TÜBİTAK

Bilim ve Teknik

Aylık Popüler Bilim Dergisi Şubat 2022 Yıl 55 Sayı 651 - 7 TL

DÖNGÜSEL EKONOMİ ve Sürdürülebilirlik

Biyomalzemeler

Topolojik Akışkanlar

Omicron Varyantı

Geleceğin Yakıtı Lityum

POSTER Nobel Ödüllü Kadınlar



"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır"
Mustafa Kemal Atatürk

Bilim ve Teknik
Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 55 Sayı 651
Şubat 2022

İmtiyaz Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Hasan Mandal

Genel Yayın Yönetmeni ve Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Doç. Dr. Rukiye Dilli

Yayın Yönetmeni - Editör
Dr. Özlem Kılıç Ekici

Yayın Danışma Kurulu
Prof. Dr. Emine Adadan
Doç. Dr. İsmail Sengör Altıngövde
Prof. Dr. Elif Damla Arısan
Doç. Dr. Rukiye Dilli
Doç. Dr. Nuray Karapınar
Prof. Dr. Faruk Soydugan

Araştırma ve Yazı Grubu
Dr. Özlem Ak
Dr. Tuncay Baydemir
Dr. Bülent Gözcelioğlu
Dr. Mahir E. Ocak
İlay Çelik Sezer

Redaksiyon
Dr. Nurulhude Baykal

Grafik Tasarım-Web
Hüseyin Diker

Mobil Uygulama
Selim Özden

Teknik Yönetmen
Sadi Atılgan

Mali Yönetmen
Adem Polat

İletişim Bilgileri
TÜBİTAK *Bilim ve Teknik* Dergisi
Remzi Oğuz Arık Mah.
Tunus Cad. No:80
06540 Çankaya ANKARA
bteknik@tubitak.gov.tr
www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

Abone İlişkileri (312) 222 83 99
abone@tubitak.gov.tr
www.tubitakdergileri.com.tr

ISSN 977-1300-3380
Fiyatı 7 TL - Yurtdışı Fiyatı 5 Euro

Baskı Başak Matbaacılık Tan. Hiz. İth. İhr. A.Ş.
www.basakmatbaa.com
Tel (312) 397 16 17

Baskı Tarihi 26.01.2022

Dağıtım Turkuvaz Dağıtım Pazarlama A.Ş.
http://www.tdp.com.tr

Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

Her ayın 1'inde çıkar.



Birleşmiş Milletler Genel Kurulu'nun 2015 yılında aldığı kararla, kadın ve kız çocuklarının bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarında daha çok varlık göstermelerinin, bilim için çalışmalarının ve üretmelerinin teşvik edilmesi amacıyla her yıl 11 Şubat "Uluslararası Bilimde Kadınlar ve Kız Çocukları Günü" olarak kutlanıyor. Tüm kalbimizle inanıyoruz ki geçmişte ve günümüzde olduğu gibi gelecekte de kadınlar bilimde çığır açmaya ve isimlerini tarihe yazdırmaya devam edecekler.

Dünya genelinde birçok ülkede, özellikle son 20 yıldır, ekonomide başarının ve kalkınmanın ölçütü olarak ekonomi ve refah seviyesindeki hızlı büyümenin değil, çevreye duyarlı ve makul bir büyümenin esas olması gerektiği tartışılıyor. Özellikle son yıllarda birçok ülkede ortaya çıkan çevresel felaketler, iklim krizinin yeni ekonomik düşüncenin merkezinde olması gerektiğini gösteriyor. Bu yaklaşım ekseninde gelişen çok sayıda yenilikçi sosyoekonomik ve sosyopolitik düşünce var. Bunlardan birisi de çevreye yeterince duyarlı olmayan geleneksel üretim süreçlerinin değil, etkin kaynak kullanımı ve çevresel duyarlılığın ön planda olduğu "Döngüsel Ekonomi". Yener Coşkun ve Esra Alp Coşkun da temel hatlarıyla döngüsel ekonominin ne olduğunu, hangi kavramlarla ilişkili olduğunu ve gündelik yaşamımızda neleri değiştirmeye aday olduğunu bizlere aktarıyor. Tüm dünya ile birlikte ülkemizde de daha döngüsel bir ekonomiye geçişin nasıl olacağı sorusu, önümüzdeki yıllarda en fazla konuşulacak konuların başında gelecek gibi duruyor.

Özlem Ak bu ayki yazılarında COVID-19'un bol mutasyonlu Omicron varyantından, mRNA teknolojisindeki bir sonraki adımdan ve multiple sklerozisin nedeni olabilecek Epstein-Barr virüsünden bahsediyor. Nuray Karapınar, hem taşınabilir elektronik aletlerde hem de elektrikli arabalarda güç kaynağı olarak kullanılan ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjinin depolanmasını sağlayabilen lityum iyon pil teknolojisini detaylı bir şekilde ele alıyor. Tuncay Baydemir ise biyomalzemelerin geçmişten günümüze nasıl geliştiğini ele alıyor. "Topolojik Akışkanlar" başlıklı yazımızı da zevkle okuyacağınıza eminiz. Bu ayki posterimizde Nobel Bilim Ödülü, ayrıca "Matematiğin Nobel'i" olarak anılan Fields Madalyası ve Abel Ödülü alan kadınlara yer veriyoruz.

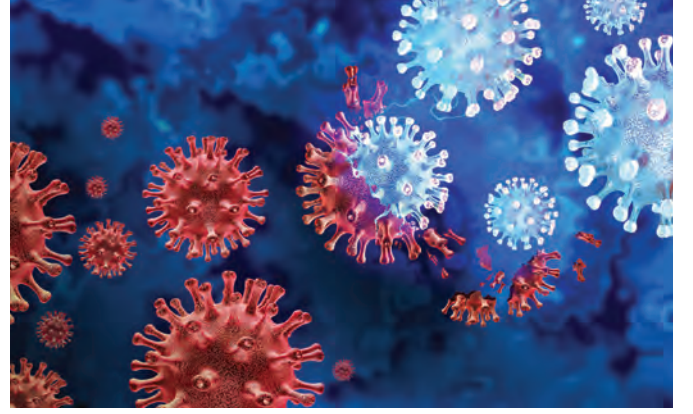
Dergimizin daha düşük fiyata ve ücretsiz kargoyla sizlere ulaşacağı abonelik fırsatından (yıllık 60 TL) faydalanmak için www.tubitakdergileri.com.tr adresini ziyaret edebilirsiniz. Dergimizin internet sayfasını (https://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr) ve sosyal medya hesaplarını da takip edebilir, hayatınızdaki yerini ve size neler kattığını bizlerle paylaşabilirsiniz (bteknik@tubitak.gov.tr).

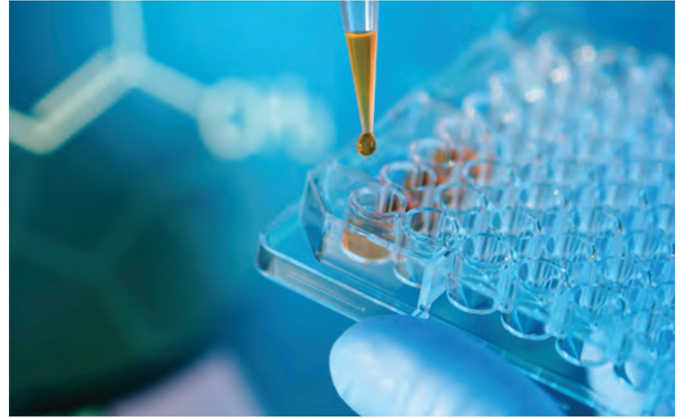
Nesiller büyüten dergimizin bu sayısını da keyifle okumanızı diliyor, sonraki sayılarımızı sabırsızlıkla bekleyeceğinizi umuyoruz.

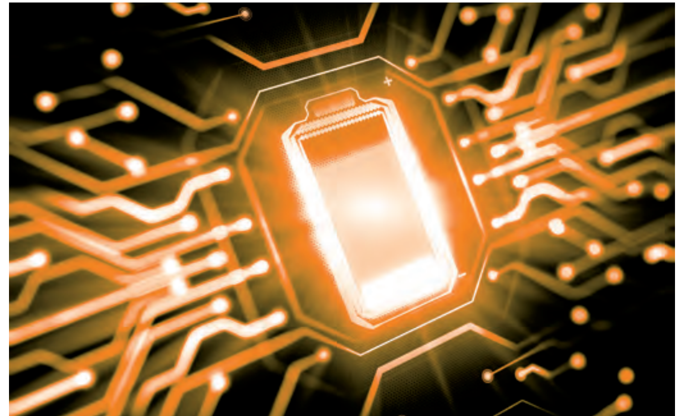
Sağlıcakla ve bilimle kalın... Unutmayın #bilimokuyanbilir!

Saygılarımızla,
Özlem Kılıç Ekici

İçindekiler







Topolojik malzemeler ile ilgili araştırmalar onlarca yıl boyunca sadece katı hâl ile sınırlı kalmıştı. Ancak son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar akışkanların da topolojik özelliklere sahip olabileceğini gösteriyor.

Gelişmiş ekonomilere sahip ülkelerde, özellikle son 20 yıldır, ekonomide başarının ölçütü olarak ekonomi ve refah seviyesindeki hızlı büyümenin değil, çevreye duyarlı ve makul bir büyümenin esas olması gerektiği tartışılıyor. Bu yaklaşım ekseninde gelişen çok sayıda yenilikçi sosyoekonomik ve sosyopolitik düşünce var. Bunlardan biri de döngüsel ekonomi.





Dergimizin elektronik dergi arşivi "services.tubitak.gov.tr/edergi" internet adresinde (son dört sayı hariç) ücretsiz olarak herkesin erişimine açıktır. Son dört aya ait sayılara ise sadece abonelerimiz erişim sağlayabilir.

 Bilim ve Teknik

 tubitakbiltek

 tubitakbilimteknik



TÜBİTAK Bilim ve Teknik

Dergimizin içeriğinden seçerek hazırladığımız bilimsel ve teknolojik bilgileri *Bilim ve Teknik* dergisinin sosyal medya hesapları aracılığıyla takip edebilirsiniz.

Bilim ve Teknik *ile Büyüdüm*

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Okurlarımızın *Bilim ve Teknik* dergisinin hayatlarındaki yerini, onlara neler kattığını, geleceklerine yön verirken nasıl bir rol oynadığını bizimle paylaştıkları mektuplarını yayımlamaya devam ediyoruz. *Bilim ve Teknik* ile ilgili anılarını, duygu ve düşüncelerini bizimle paylaşan okurlarımıza çok teşekkür ediyor, "*Bilim ve Teknik* bilimi sevmemde ve kariyerimi seçmemde rol oynadı" diyen okurlarımız için adresimizi hatırlatıyoruz:

bteknik@tubitak.gov.tr

Sevgili okurlarımız, yoğun ilginizden dolayı çok teşekkür ederiz. Gönderdiğiniz anlamlı mektupların hepsini yayımlayacağız. Ancak köşemizin sayfa sayısı sınırlı olduğu için geliş tarihlerine göre sıralayarak yayımlıyoruz. Anlayışınız için teşekkür ederiz.

"Her zaman yolumu aydınlattı"



Merhaba,

Yaklaşık 5 yaşımdan beri TÜBİTAK ailesinin içindeyim. İlk *Bilim Çocuk* dergisiyle aileye katıldım. Küçükken denemek için *Bilim ve Teknik* dergisi almıştım ama konuları çok ağır gelmişti. Dokuzuncu sınıftayken tekrar almaya karar verdim ve çok sevdim, o günden beri de hiçbir sayısını kaçırmadım.

Küçüklüğümden beri hep bilime ilgim vardı. İleride seçeceğim mesleğe *Bilim Çocuk* dergisi sayesinde karar verdim. Ben moleküler gastronomi okumak istiyorum. *Bilim ve Teknik* mesleğimle ilgili birçok bilgiyi öğretti. Her zaman bana yol gösterdi ve yolumu aydınlattı. Sadece benim meslek seçimimle ilgili değil, başka birçok alanda da insanlara ışık tutuyor; her geçen gün başkalarını da bilimle tanıştırıyor ve onlara da bilimi sevdiriyor, âdeta bir öğretmen edasıyla bizlere bilgi sunuyor.

Ufkumuzu açtığın ve bize yeni birçok şey öğrettiğin için teşekkürler *Bilim ve Teknik*.

Hayat Derin Bakırcıoğlu
Erenköy Kız Anadolu Lisesi,
10. Sınıf Öğrencisi

"Sürekli benim rehberimdi"



Merhaba,

Bilim ve Teknik benim dünyaya bakış pencerem oldu. Bugün sahip olduğum bilgi dağarcığına çok katkısı var. Gençliğimde sürekli satın alma şansım olmadı, param oldukça aldım. Fakat sürekli benim rehberimdi ve hâlâ da öyle. İyi ki varsınız.

İbrahim Karatop
Teknik Öğretmen

“Her sayfası ufuk açıcı”


Merhaba,

Derginizle ilkokul yıllarımda tanışmıştım. Her sayfasıyla ufuk açıcı bir bilim serüvenine, heyecanlı bir yolculuğa çıkıyoruz âdeta. Küçükken kendim için gezindiğim sayfalarda şimdi 2,5 yaşındaki oğlumla birlikte *Meraklı Minik* ve *Bilim ve Teknik* aboneleri olarak geziniyoruz. Her ay farklı etkinliklerle heyecanımıza heyecan katıyoruz.

Dilerim oğlum için erken çocuklukta başladığımız bu bilim dolu macera, hayatının geri kalan kısmına ilim ve irfan olarak yansır.

Gönül Sevilir

Biga, Çanakkale

“Bilim okuyan bilir!”


Merhaba,

Bilim ve teknolojinin hayatımızdaki yerini ve önemini anladığımdan beri bu konularda daha fazla bilgi sahibi olmaya gayret gösteriyorum. İlkokuldan beri zaman zaman *Bilim Çocuk* dergisini alır ve zevkle okurdum. Özellikle liseye geçtiğimden beri *Bilim ve Teknik*’teki yazıları okumaya ve anlamaya başladım. Bana pek çok faydası olduğunu da söyleyebilirim. Gerek derslerimde gerek genel kültür konularında gerekse hayatlarımızı şu anki hâline getiren bilimin önemini tekrar ve tekrar kavramamda nesiller büyüten dergi *Bilim ve Teknik* yardımcı oldu. Bunlar için sizlere çok teşekkür ediyorum.

Fikret Furkan Özkan

Kocaeli Fen Lisesi

“Her yeni sayıda farklı pencereler açıyor”


Merhaba,

Çizgisini bozmadan her yeni sayıda farklı pencereler açarak ufkumu genişleten bu eşsiz dergi ile geçirdiğim üniversite yıllarımı geride bıraktım. Şu an bir mühendis, daha da önemlisi bir anneyim. *Bilim ve Teknik* dergisi artık evimize *Meraklı Minik* dergisi ile birlikte geliyor. Bu muhteşem çalışmaların arkasında ne denli güçlü ve deneyimli bir ekibin olduğunu tahmin edebiliyorum. Kucak dolusu selam ve sevgiler her birine. En değerli servet olan bilimle büyümenin verdiği sevinci paylaşıyor, yeni sayıları büyük bir heyecan ve tutkuyla beklediğimi bildirmek istiyorum. Böyle bir ailenin bir parçası olmayı dilerdim. Kim bilir! Belki bir gün…

Bilim ve Teknik okurları olarak yeni şeyler öğrenmenin verdiği mutluluğu seviyoruz çünkü biz gücümüzü bilimden alıyoruz.

Emine Bayram İnci

Mühendis

“Her sayısı ufkumu geliştirdi”


Merhaba,

Hep araştıran, bir şeyleri merak eden bir çocuk olmuştum. TÜBİTAK dergileriyle olan serüvenim ortaokulda *Bilim Çocuk* dergisiyle başladı. Dergiyi alacağım aylar çok heyecanlanırdım. Ekler zaten vazgeçilmezimdi. Daha sonra lisede *Bilim ve Teknik* dergisine geçiş yaptım. Her ay dergiyi heyecanla bekliyorum ve gelir gelmez o gün okuyup bitiriyorum. İleride mühendis olmak istiyorum ve bu konuda derginiz bana çok şey kattı. Her sayısıyla ufkumu geliştirdi.

İlk olarak TÜBİTAK’a sonra da *Bilim ve Teknik* ailesine teşekkür ederim. İyi ki varsınız…

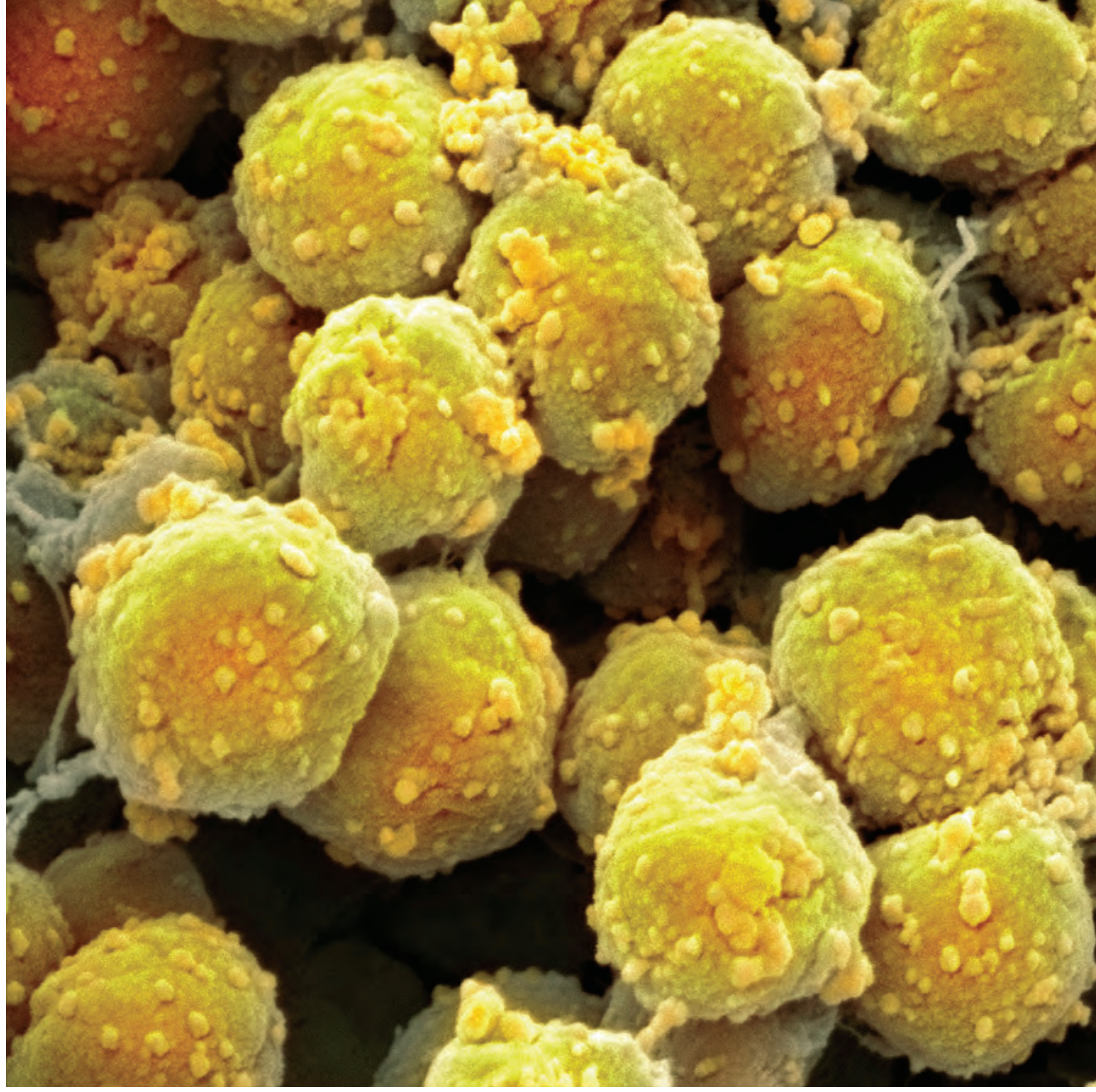
Aleyna Tuğba Bakum

11. Sınıf Öğrencisi



Oksijen Üretmenin Yeni Bir Yolu Keşfedildi

Özlem Ak



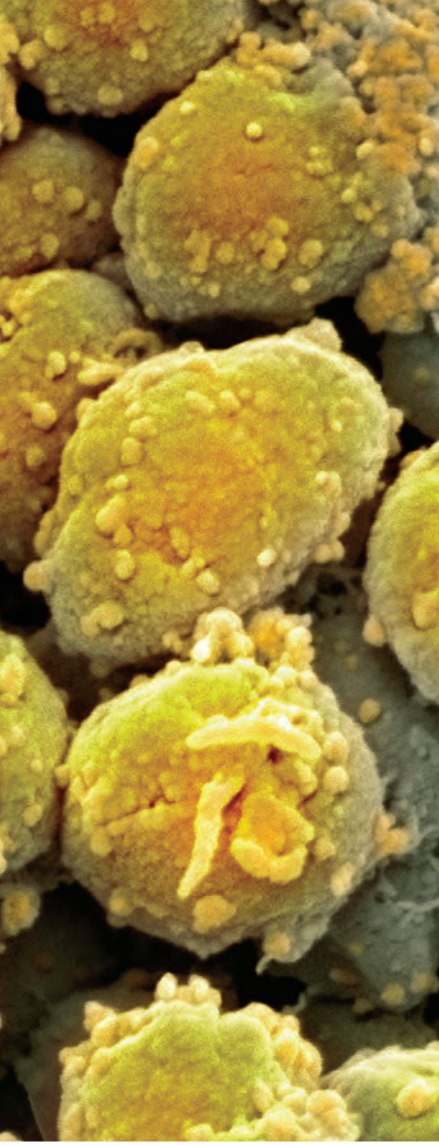
Dünyadaki oksijenin çoğu, ışık gerektiren fotosentez yoluyla üretilir. Ancak Güney Danimarka Üniversitesinden Don Canfield ve meslektaşları; okyanusun karanlık ve düşük oksijenli ortamlarında yaşayabilen çeşitli mikroorganizmaları inceledikten sonra fotosentez yapmayan ama yine de oksijen üreten bir mikroorganizma keşfettiler.

Organizmaların yaşayabileceği oksijen konsantrasyonunun sınırını görmek istediklerini belirten Canfield, araştırmaları sırasında nitrojen üretmek için amonyağı oksitleyen *Nitrosopumilus maritimus* adlı bir arkea incelediler. Genellikle okyanusun oksijen açısından zengin bölgelerinde bulunan *N. maritimus* oksijenin az olduğu okyanusun karanlık bölgelerinde de hayatta kalabiliyor.

Araştırmacılar, bu çalışma için öncelikle karanlıkta tutulan hava geçirmez kaplarda arkae kültürlerini üretti. Daha sonra okyanusun en derin bölgelerini taklit etmek için kaplardaki oksijen seviyelerini yapay olarak düşürdüler. Ekip, arkea'ların ortamda kalan tüm oksijeni tükettikten sonra oksijen seviyelerinin tekrar yükselmeye başladığını keşfetti.

Mikroorganizmaların ekstra oksijeni nasıl ürettiğini tam olarak anlayamayan bilim insanları, karanlıkta fotosentez yapmadan oksijen üretmenin bilinen üç doğal yolu olduğunu ancak *N. maritimus*'un daha önce hiç görmedikleri farklı bir biyolojik mekanizma kullandığını belirttiler. Çünkü bu arkea'nın oksijenin yanı sıra nitrojen oksit de üretmesi, bilinen üç oksijen üretim mekanizmasında görülmeyen bir durum.

İngiltere, East Anglia Üniversitesinden Laura Lehtovirta-Morley, 10 yıldan fazla bir süredir belirli arkea'ların amonyak oksidasyonunda önemli bir rol oynadığının bilindiğini ancak oksijen üretme yeteneklerinin hem şaşırtıcı hem de çok heyecan verici olduğunu söylüyor. ■



180 Milyon Yıl Öncesine Ait Devasa Deniz Ejderhası Fosili

Özlem Ak

180 milyon yıl öncesine ait devasa bir deniz ejderhası fosili İngiltere'de keşfedildi. Yaklaşık 180 milyon yıl önce dinozorlar yaşarken denizlerde yüzen "deniz ejderhası", İngiltere'deki bir doğa koruma alanında gün yüzüne çıkarıldı. Manchester Üniversitesinde paleontolog olan kazı lideri Dean Lomax, İngiltere'de şimdiye kadar keşfedilen türünün en büyük ve en eksiksiz fosilinin gerçekten eşi görülmemiş bir keşif ve İngiliz paleontoloji tarihinin en büyük buluntularından biri olduğunu söylüyor.

İngiltere'de buna benzer birçok ihtiyozor (ichthyosaur) bulunmuş olsa da hiçbiri şu anki keşif kadar büyük olmamış. İhtiyozorlar; yaklaşık 250 milyon yıl önce Triyas döneminde yaşamış ve 90 milyon yıl önce, geç Kretase döneminde fosil kayıtlarından kaybolan, soyu tükenmiş bir deniz sürüngenleri grubudur. İhtiyozorların günümüz yunuslarına benzer uzun burunları vardı.

Yeni keşfedilen fosil, *Temnodontosaurus trigonodon* adlı büyük bir ihtiyozor türüne ait ve bu tür İngiltere'de ilk kez ortaya çıktı. Yapılan açıklamaya göre, Leicestershire ve Rutland'ın doğal yaşamıyla doğal çevresini korumak ve geliştirmek için çalışan önde gelen yardım kuruluşunda koruma ekibi lideri olan Joe Davis, ihtiyozoru Ocak 2021'de East Midlands'taki Rutland Su Doğa Koruma Alanı'nda buldu. Arkeologlar fosil için 2021'de Ağustos ve Eylül ayları arasında kazı yaptılar. Fosil üzerinde yürütülen araştırma ve koruma çalışmaları hâlen devam ediyor ve açıklamaya göre keşifle ilgili bilimsel makaleler gelecekte yayımlanacak. ■



https://i1.wp.com/www.telegraph.co.uk/content/dam/news/2022/01/09/TELEMMGLPICT000282344183_trans_NvBQzQNjv4BqA7N2CxnJWnYI3tCbVBgu9T0aesusvN-1TE7a0ddd_esl.jpeg

Japon Balıkları Araba Kullanıyor

Özlem Ak

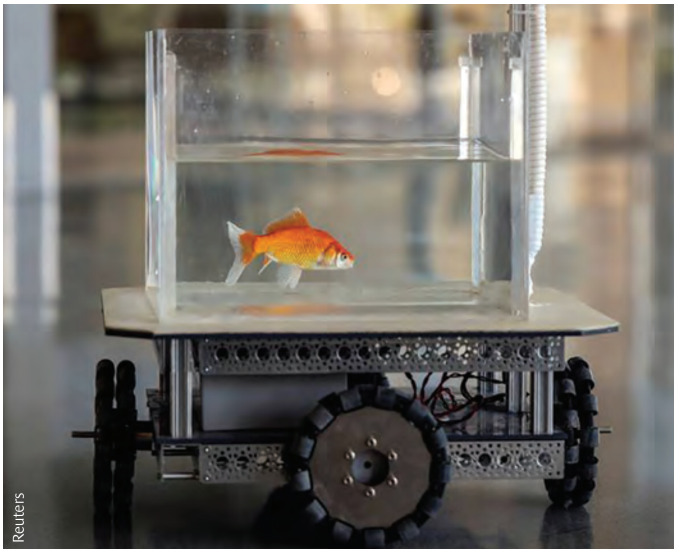
Hayvanların yön duygusu, doğal ortamlarıyla sınırlı değildir. Yeni bir çalışma balıkların aslında oldukça iyi araba kullanabildiğini gösteriyor.

Araştırmanın sonuçları *Behavioural Brain Research* dergisinde yayımlandı. İsrail, Ben-Gurion Üniversitesinden araştırmacılar, altı Japon balığına tekerlekli ve motorlu bir platform üzerine oturtulan bir su tankını yönlendirmeyi öğretti. Tank, balığın hazne içindeki konumunu ve yönünü sürekli olarak izleyen bir kamera ile donatıldı. Balık ne zaman dışa dönük olarak tankın duvarlarından birinin yakınında yüzse, araç o yöne doğru ilerliyordu. Balıklar, otuzar dakikalık 12 seans sırasında "sürüş eğitimi" aldı. Araştırmacılar, her bir balığı, küçük bir odanın ortasından duvardaki pembe bir tahtaya doğru ilerlemek üzere eğiterek duvara her ulaştığında balığa yem verdiler. İlk seansları sırasında, balıklar hedefe ortalama

2,5 başarılı yolculuk yaptı. Son seanslarında ise ortalama başarılı tur sayısı 17,5'e yükseldi. Sürüş eğitiminin sonunda, hayvanlar hedeflerine daha hızlı ve daha doğrudan rotalar kullanarak ulaştı.

Araştırmacılar daha sonraki deneyleri odanın merkezinden değil de rastgele konumlarından başlattıklarında da balıklar pembe tahtaya ulaşmayı başardılar. Bu bulgu, balığın ödüle ulaşmak için sadece bir güzergâhı ezberlemediğini, aynı zamanda ödüle ulaşmak için her seferinde doğru rotalar planladığını da gösterdi. Araştırmacılar, diğer duvarlara farklı renklerde yem tahtaları yerleştirerek ya da pembe tahtayı odanın öbür ucuna taşıyarak akvaryum balığını kandırmaya çalıştıklarında, balıklar aldanmadı ve yine pembe tahtaya yöneldi.

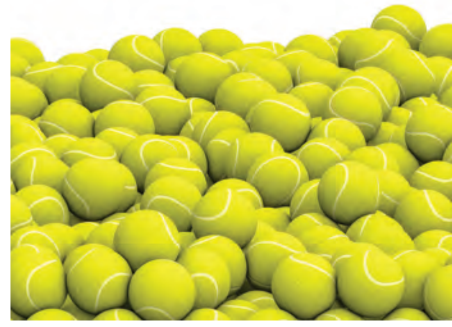
Araştırmacılara göre, bu çalışma yiyecek, barınak ve eş bulma dâhil olmak üzere birçok alanda hayvanların hayatta kalması için gerekli olan navigasyon yeteneğinin bulundukları ortamdan bağımsız bir şekilde tüm türler için geçerli olduğunu gösteriyor. ■


Reuters

Tenis Toplarıyla Depremden Korunma

Özlem Ak

Mühendisler binaları depreme karşı daha dayanıklı hâle getirmek için çeşitli yöntemler geliştirirler. Örneğin, bazı binalar biraz esnek inşa edilir, bu nedenle yıkılmadan biraz ileri geri sallanabilirler. Bazı çok yüksek binaların tepesinde, depremden kaynaklanan titreşimleri ortadan kaldırmaya yardımcı olan kütle damperi adlı bir ağırlık bulunur. Diğer binalarda ise taban izolasyon sistemi olarak da bilinen izolasyon yatakları bulunur. Adından da anlaşılacağı gibi, bu yataklar bir binanın tabanını yerden yalıtarak deprem sırasında bağımsız olarak hareket etmesine izin verir. Yani, zemin ileri geri hareket ederken yapı onunla birlikte hareket etmez. Yüksek riskli bölgelerdeki belirli binaların temellerine yerleştirilen bu sismik izolasyon sistemlerinde, zeminin yatay salınımlarını emerek deprem hasarını azaltmak için beton, kauçuk ve metalden oluşan karmaşık yapılar kullanılır. Ancak bu tür uyarlamalar pahalıdır. Örneğin, maliyetli bir yöntem olan sismik izolasyon sistemleri, Los Angeles California Üniversitesinden mühendis Jian Zhang'a göre inşaat maliyetlerini



%20'ye kadar artırabiliyor. Bu sistemler zaman içinde maliyetinden daha fazla tasarruf sağlasa da bazı depreme açık bölgelerdeki inşaatçılar yeterli bütçeye sahip olmayabiliyor.

Bu nedenle de kolayca bulunabilen malzemelerle daha basit ve daha düşük maliyetli bir alternatif oluşturmak için kolları sıvayan bilim insanları “geri dönüştürülmüş tenis topları” kullanarak “yuvarlanma fiziği” prensiplerinden faydalanmaya karar verdiler. ETH Zürih sismik mühendisi Michalis Vassiliou'nun ekibinin kullandığı yuvarlanma yalıtımı, uygulandığı binayı zeminden ayırarak düzensiz yatay sarsıntıyı hafif bir sallanma hareketine dönüştürme ve bu salınımları daha da azaltmak için sürtünmeyi kullanma prensibine dayanıyor. Bu basit yöntem hâlâ ayakta duran 5.000 yıllık Peru piramitlerinde bile kullanıldı ancak

günümüzdeki inşaatlarda pahalı ve standartlaştırılmış izolasyon sistemleri tercih ediliyor.

Frontiers in Built Environment'ta ayrıntıları verilen, yuvarlanan sismik izolasyona modern bir yaklaşım için araştırmacılar, çevrelerindeki tenis kulüplerinden aldıkları sekme özelliğini kaybetmiş yüzlerce tenis topuna pasta kreması torbası kullanarak çimento benzeri karışımlar enjekte ettiler. İki beton levha arasına sıkıştırılmış, dolgulu dört tenis topundan ucuz bir prototip yaptılar. Sonrasında ise yaptıkları deprem simülasyonunda her bir topun sekiz kilonewtona eşdeğer kuvveti desteklediğini ve deprem sarsıntısına dayandığını buldular. Bu miktar aslında tek katlı evlerde izolasyon sistemlerinin dayanabileceğinden yaklaşık iki kat daha fazla. Testler sırasında yapıda çatlama olmadan titreşimlerin etkisizleştirilmesi için topların doğru miktarda karışım içermesi gerekiyordu.

Vassiliou bir sonraki adımın, deprem kuşağındaki bir araştırma merkezinde yüzlerce tenis topuyla daha büyük bir prototip oluşturmak ve test etmek olduğunu belirtti. ■

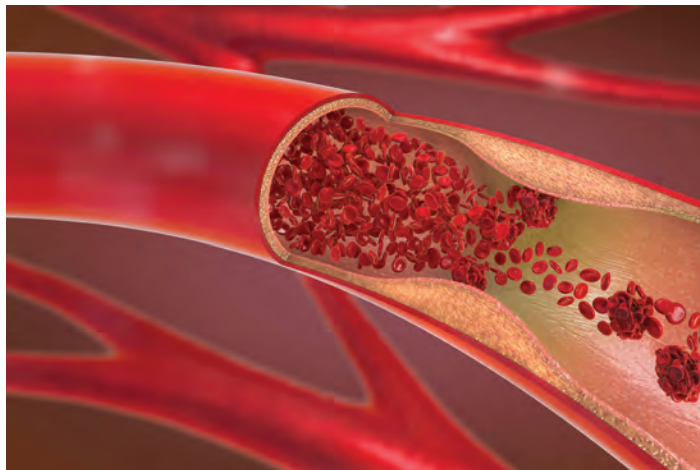
Mikro Robot Kan Pıhtılarına Karşı

Özlem Ak

E. coli gibi bakterilerden ilham alınarak tasarlanan ve sarmal şekilde hareket eden mikro robot, damarlarda yüzebiliyor ve pıhtı oluşumunun engellenmesine yardımcı oluyor. Hong Kong Çin Üniversitesinden Li Zhang ve meslektaşları, mikro robotları hayvan kanıyla dolu sentetik bir damarda test ettiklerinde kan pıhtılarını yok eden ilaçların tek başlarına gösterdikleri performanstan neredeyse beş kat daha iyi etki gösterdiklerini tespit ettiler.

Araştırmacılar, hem mikro robotun sarmal şeklindeki rotorunu döndürmek hem de robotu kan damarı boyunca hareket ettirmek için mıknatıslar kullandılar. Zhang ve ekibi, mikro robotun ilerleyişini izlerken ve onu yönlendirirken Doppler takip yöntemi kullandı. Ses dalgalarının kan hücrelerinden sektirilip yansımalarının ölçüldüğü bu yöntemde, bir bilgisayar yardımıyla robotun hareketini belirlemek için ses frekansındaki değişim haritalandı.

Robot pıhtıya yönlendirildikten sonra taşıdığı standart bir pıhtı çözücü ilaç olan tPA'yı serbest bıraktı ve rotoru sayesinde ilacın tıkanıklık olan bölgeye yayılmasına yardımcı oldu. Araştırmacılar, ilacı pıhtıya bu şekilde ulaştırmanın pıhtıları daha etkili bir şekilde parçalayabileceğini ve tek başına ilaç tedavisi veya kateter bazlı tedavilerde risk oluşturan tıkanmalara neden olabilecek büyük parçaların oluşma riskini azaltabileceğini düşünüyor.



Zhang, vücutta uzun mesafelerde gezinmenin teknik açıdan zor olması nedeniyle robotun daha kısa kan damarlarında kullanılmasını daha uygun bulduğunu söylüyor. Bilim insanları robotu yakında insan vücuduna daha çok benzeyen koşullarda denemeyi planladıklarını ama asıl önemli olanın tıbbi açıdan güvenliğini kanıtlamak olduğunu belirtiyor. ■

Elektrikli Diz İmplantları

Özlem Ak

Osteoartrit, (eklem kireçlenmesi) insanlar yaşlandıkça ortaya çıkan diz ağrısının yaygın bir

nedenidir. Normalde kıkırdak kauçuğa benzer yapısıyla kemiklerin uçlarını bir tabaka gibi kaplayarak birbirlerine sürtünmesini engeller ama yıllar geçtikçe kıkırdağın aşınması ve yıpranması osteoartrite yol açar. Bu sağlık sorunu için yeni ilaçlar ve tedaviler geliştiriliyor. Örneğin, herhangi bir hücre tipine dönüşme yeteneğine sahip olgunlaşmamış hücrelerle yapılan kök hücre implantları gibi birçok deneysel tedavi geliştirilmeye çalışılıyor. Ancak bazı araştırmalar, hafif bir elektrik akımının dizdeki kıkırdak hücrelerini çoğalmaya ve hasarı onarmaya teşvik edebileceğini öne sürüyor.

Connecticut Üniversitesinden Thanh Nguyen ve meslektaşları, sıkıştırıldığında ve gerildiğinde elektrik üreten, yaklaşık yarım milimetre kalınlığında ve biyolojik olarak parçalanabilen (biyobozunur) bir malzeme geliştirdiler. Malzeme, hareketi kolaylaştırmak için iskele benzeri bir yapıya sahip. Nguyen'in grubu, tavşanların diz kıkırdaklarında delikler açtıktan sonra bu delikleri geliştirdikleri malzemeyle yamadılar. Daha sonra araştırmacılar bir ay dinlenen tavşanları ağır tempoda hareket eden koşu bantlarına koyarak günde 20 dakika zıplamaya, bacaklarını çalıştırmaya ve elektrik akımı üretmeye teşvik etti. İki ay sonra, ekip eklemlerden doku örnekleri alarak mikroskop altında ne kadar sağlam ve sağlıklı göründüklerini değerlendirdi. Araştırmacılar, kıkırdak hücrelerinin yamalar içine girdiğini ve eklemlerin daha sağlam göründüğünü tespit etti.

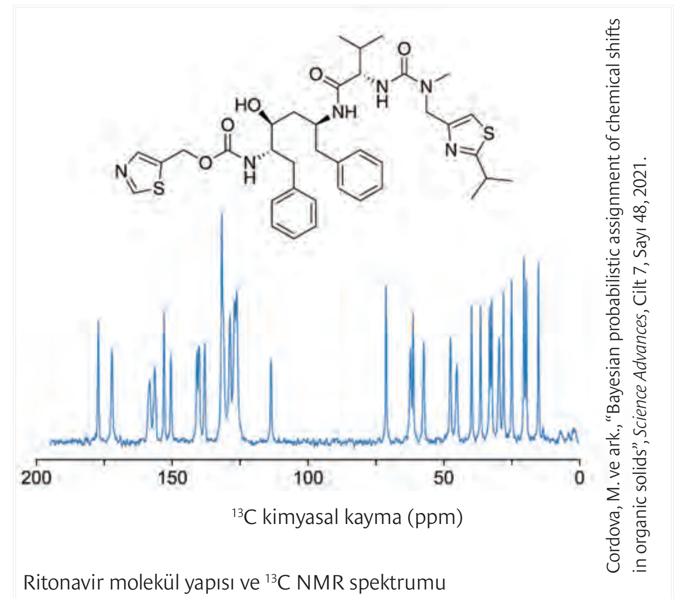
Nguyen, küçük bir elektrik akımı üreten diz implantlarının artrit tedavisinde kıkırdağın yeniden büyümesini uyarabildiğini söylüyor. Bununla birlikte, tedavi insanlara uygulanıldığında, implantın yapısında kullanılan materyalin yaklaşık iki ay sonra çözünebileceğini de belirtiyor. ■

Makine Öğrenmesi NMR Analizlerini Kolaylaştırıyor

Tuncay Baydemir

Katı hâl nükleer manyetik rezonans spektroskopisi (NMR), organik katıların moleküler yapılarını analiz etmek için kullanılan bir teknik. Bu analiz yöntemi, temel olarak, güçlü bir manyetik alanda radyo dalgalarına maruz bırakılan örneklerdeki belirli atom çekirdeklerinin radyo frekansı alanındaki elektromanyetik ışınları soğurmasına dayanıyor ve molekülün yapısının anlaşılmasında kullanılıyor. NMR spektroskopisi ile bir moleküldeki atomların birbirlerine hangi sırayla bağlandıklarının yanı sıra molekülün üç boyutlu yapısını da anlamak mümkün. Analiz sonucunda elde edilen grafiğe o molekülün NMR spektrumu deniyor ve spektrumdaki her bir sinyal, araştırılan moleküldeki farklı bir atomu işaret ediyor. Özellikle çok büyük moleküller söz konusu olduğunda, bu sinyallere her bir farklı atomun atanması işlemi oldukça zor. Deneysel olarak bu atamaları doğru şekilde yapmaksa çok fazla zaman alabiliyor.

École Polytechnique Fédérale de Lausanne



Ritonavir molekül yapısı ve ^{13}C NMR spektrumu

Cordova, M. ve ark., "Bayesian probabilistic assignment of chemical shifts in organic solids", *Science Advances*, Cilt 7, Sayı 48, 2021.

(EPFL) Manyetik Rezonans Laboratuvarından Lyndon Emsley ve arkadaşları, analiz edilen maddelerin NMR spektrumlarından molekül yapılarını tayin etmek için geliştirdikleri yeni yöntem ile bu sorunun üstesinden gelmeyi başardılar. Bunun için 200.000'den fazla üç boyutlu organik yapıdan oluşan Cambridge veri tabanı ile geliştirdikleri makine öğrenme algoritması ShiftML'yi birleştirerek organik katılar için yeni bir veri tabanı oluşturdular. *Science Advances* dergisinde yayımlanan araştırmada, moleküllerin yapılarını tayin etmek amacıyla atomlar arasındaki kovalent bağları gösteren NMR spektrumlarının benzer örneklerini bir araya getirdiler. Veri tabanını oluşturduktan sonra bunu teofilin, timol, striknin ve vitonavir gibi çok sayıdaki farklı moleküle uygulayan araştırmacılar büyük bir başarı yüzdesine ulaştılar. Daha sonra yöntemi 10 ila 20 farklı karbon atomu içeren 100 kristal yapıdan oluşan bir kıyaslama seti üzerinde deneyen ekip ShiftML bulgularını kullanarak %80'den fazla oranda başarılı sonuçlar elde ettiler. Bu yöntemle yaklaşık 100 atomdan oluşan moleküller için gerekli hesaplamaların saniyeler içerisinde yapılabilmesi ve hesaplama maliyetlerinin de bununla orantılı olarak 10.000 kata kadar azaltılabilmesi hedefleniyor. Araştırmacıların yaptığı bu çalışma kapsamlı bir kimyasal NMR veri tabanı ve makine öğrenme algoritmasının birlikte kullanılmasıyla çok büyük moleküllerin NMR analizlerini daha kısa sürelerde ve kolay bir şekilde gerçekleştirebilmenin yolunu sonuna kadar açıyor. ■

Parker Güneş Sondası Güneş'e "Dokundu!"

Mahir E. Ocak


NASA

Parker Güneş Sondası'nın, Güneş'in taçküre olarak adlandırılan atmosferine girdiği ve orada beş saat geçirdiği açıklandı. NASA'ya ait Parker Güneş Sondası; 12 Ağustos 2018'de uzaya fırlatılmış, 29 Ekim 2018'deyse Güneş'e en fazla yaklaşan insan yapımı nesne unvanını elde etmişti. Aşırı yüksek sıcaklıklara dayanıklı olarak tasarlanan sonda, planlandığı gibi üç yıldır Güneş'in etrafında dolanmaya devam ediyor ve bu sırada Venüs'ün kütle çekiminin de yardımıyla Güneş'e giderek yaklaşıyor. Son turu sırasında Güneş'e en yakın mesafedeyken sondanın Güneş'e olan uzaklığı 8,5 milyon kilometreydi. Gelecekte sonda, toplam yedi yıl sürmesi planlanan görevini tamamlamadan önce, iki kez daha Venüs'ün yakından geçecek ve böylece Güneş'e daha da yaklaşacak.

Güneş'in sınırını tanımlamak için "Alfvén kritik yüzeyi" kullanılır. Bu hayali, değişken yüzeyin iç kısmında Güneş'in manyetik alanı ve kütle çekimi, parçacıkları Güneş'e bağlamaya yetecek kadar büyüktür. Alfvén kritik yüzeyinin dışına çıkmayı başaran parçacıklarsa bir daha geri dönmemek üzere Güneş'ten ayrılır. Güneş'ten yayılan bu parçacıklar güneş rüzgârı olarak adlandırılır. Geçmişte yapılan çalışmalar,

Alfvén kritik yüzeyinin (Güneş'in korona olarak adlandırılan dış atmosferinin sınırının) Güneş'in merkezine olan uzaklığının, Güneş'in çapının 10 ila 20 katı (6,9-13,8 milyon kilometre arası) olduğunu gösteriyordu.

Parker Güneş Sondası'nın topladığı verileri analiz eden bir grup araştırmacı, *Physical Review Letters*'ta yayımladıkları bir makalede sondanın 18 Nisan'da Güneş'in görünür yüzeyine 13 milyon kilometre mesafedeyken üç kez Alfvén kritik yüzeyinin içine girip çıktığını açıkladı. Böylece ilk kez bir insan yapımı nesne Güneş'e "dokunmuş", Güneş'in dış atmosferinin içine girmiş oldu.

Daha önceleri Güneş'in dış atmosferi hakkında bilinenler, uzaktan yapılan gözlemlere ve kuramsal tahminlere dayanıyordu. Parker Güneş Sondası, üzerindeki bilimsel cihazlarla, ilk kez Güneş'in dış atmosferindeki koşulları doğrudan ölçmüş oldu. ■

Satürn'ün Uydusundaki Su Buharının Kaynağı Ne?

Mahir E. Ocak

Cassini uzay aracı, 2005 yılında Satürn'ün uydusu Enceladus'un yüzeyinden fışkıran gayzerler keşfetmişti. İlk başlarda, tıpkı bir bacadan tüten duman gibi zeminden yükselen bu buharların, depremlerin neden olduğu sürtünmeler sonucunda uydunun yüzeyini kaplayan buzların buharlaşmasıyla oluştuğu düşünülmüştü. Ancak Cassini'nin zeminden yükselen buharların tuzlar da (metal-ametal bileşikleri de) içerdiğini tespit etmesinden sonra, gayzerlerin kaynağının uydunun derinlerindeki okyanus olduğu kanısı öne çıkmıştı. Çünkü, tıpkı tenden buharlaşan terin tuzları ardında bırakması gibi, zemindeki sıvı suların da buharlaşırken içlerindeki tuzları uydunun zemininde bırakması beklenir.

Dartmouth Kolejinden Colin Meyer, zannedilenin aksine Enceladus'taki gayzerlerin kaynağının derinlerdeki okyanus olmayabileceğine işaret eden sonuçlara ulaştıklarını açıkladı. Araştırmacılar, ilk olarak Dünya'daki deniz buzlarının fiziksel özelliklerinin benzetimini yapmak için geliştirdikleri bir bilgisayar programını kullanarak birtakım hesaplamalar yapmışlar. Sonuçta, eriyen deniz buzlarının yüksek miktarda tuz barındırabileceği tespit edilmiş. Araştırmacılar, aynı programı Encaladus'taki koşulların benzetimini yapmak için de kullanmışlar. Bu kez uydunun yüzeyini


Enceladus ve Satürn

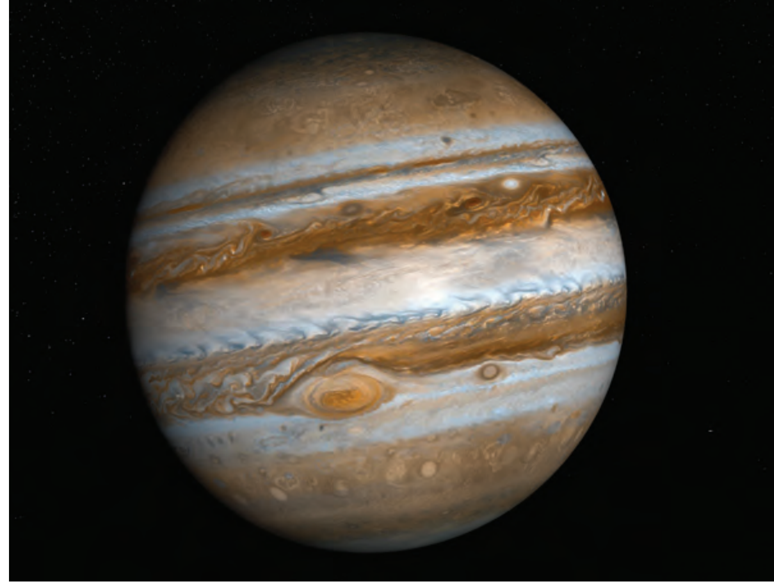
kaplayan buzların içinde kolaylıkla tuzlu sular içeren, pelte kıvamında maddeler ortaya çıkabileceği belirlenmiş. Bu tuzlu suların da, tıpkı Dünya'da gayzerlerin yerin yüzeyine fışkırmasına benzer biçimde, içerisindeki tuzlarla birlikte uzaya doğru püskürebileceği tespit edilmiş.

Araştırmacılar elde ettikleri sonuçların Encaladus'un zemininin altında bir okyanus olmadığı anlamına gelmediğine dikkat çekiyor. Aksine Encaludus'un buzlu kabuğunun altında bir okyanus bulunduğuna dair çok güçlü kanıtlar olduğunu belirtiyorlar.

Encaladus'taki yer altı okyanusu, Güneş sisteminde Dünya'dan sonra canlıların yaşamasına en uygun yerlerden biri olarak görülüyor. Geçmişte uydunun yüzeyinden fışkıran gayzerlerin kaynağının bu yer altı okyanusu olduğu düşünüldüğü için, gayzerleri inceleyerek yer altı okyanusundaki koşullar hakkında fikir edinilebileceği varsayılıyordu. Ancak Meyer ve arkadaşlarının iddiaları doğru ise Encaladus'taki yer altı okyanusu hakkında bilgi edinmek zannedildiği kadar kolay olmayabilir. ■

Büyük Kırmızı Leke'deki Rüzgârlar Hızlanıyor

Mahir E. Ocak



Jüpiter'in görünüşündeki en belirgin özelliklerinden biri, kendi etrafında hızla dönen kızıl renkli fırtına bulutlarının neden olduğu Büyük Kırmızı Leke'dir. Güneş sisteminin en büyük gezegenindeki bu fırtına Dünya'yı içine alacak kadar büyüktür. Büyük Kırmızı Leke, 150 yıldan uzun bir süredir gözlemlenmeye devam ediliyor. Lekeye neden olan fırtınaların ne zaman başladığı ise bilinmiyor. Büyük Kızıl Leke, günümüzde hızı saatte 650 kilometreye varan rüzgârlara ev sahipliği yapıyor ve fırtınanın çapı 16.000 kilometrenin üzerinde.

Büyük Kırmızı Leke ilk tespit edildiğinde daha büyüktü ve daha yayvan bir şekle sahipti. Aradan geçen zamanda, özellikle 2000'lerden sonra, giderek küçülmeye ve daireselleşmeye başladı.

Yeryüzündeki fırtınalar, uydular ve uçaklar yardımıyla gözlemlenir. Büyük Kırmızı Leke'yi detaylı olarak gözlemlemeyi başaran tek alet ise Hubble Uzay Teleskobu. Teleskobun topladığı veriler, Jüpiter'in Büyük Kırmızı Leke'sinin dış kısmındaki rüzgârların son on yılda giderek hızlandığını gösteriyor.

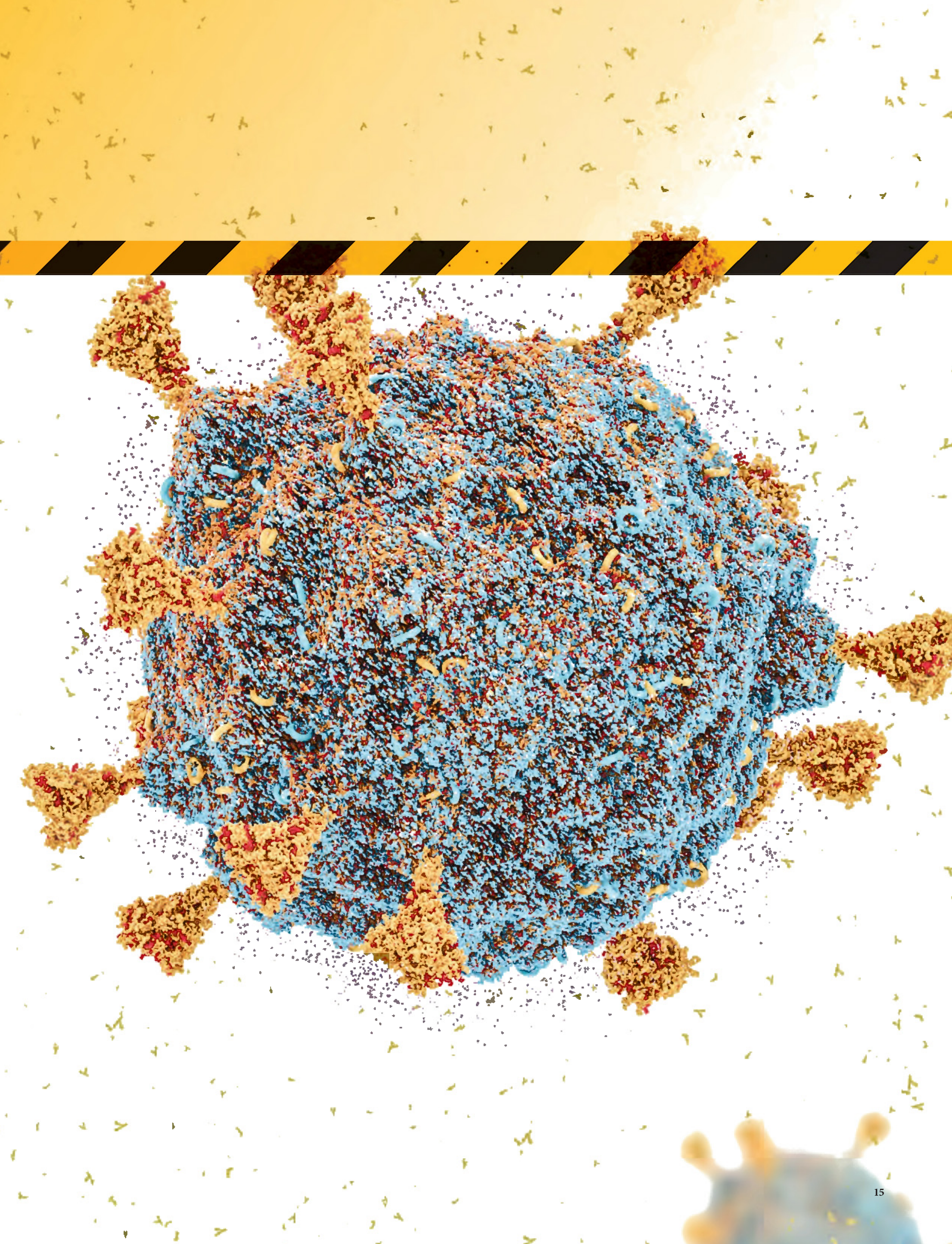
Berkeley'deki Kaliforniya Üniversitesinden Michael Wong ve öğrencileri, Hubble Uzay Teleskobu'nun 2009-2020 döneminde topladığı verileri incelediklerinde, fırtınanın üst katmanlarının dış kısmındaki rüzgârların %8'e varan oranlarda hızlandığını tespit etmişler. Çalışmanın sonuçları *Geophysical Research Letters*'ta yayımlandı.

Araştırmacılar hız artışının ne anlama geldiğini yorumlamanın zor olduğunu çünkü Hubble'ın Büyük Kırmızı Leke'nin sadece üst katmanlarını görüntüleyebildiğini, alt kısımlarda olanlar hakkında bir bilgi sağlamadığını söylüyorlar. Ancak elde edilen verilerin fırtınanın kaynağını ve enerjisini nasıl koruduğunu anlamaya yardımcı olacağı belirtiliyor. ■

Bol Mutasyonlu Varyant: Omicron

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Pandeminin 2022'de tamamen sona ermesi pek olası görünmese de daha çok kişinin aşı olması, tedavilerin geliştirilmesi ve ölüm oranlarının azalması gibi bazı olumlu gelişmeler yok değil. Aşı, maske takma ve sosyal mesafe gibi önlemler; salgını kontrol etmek ve yeni varyantların ortaya çıkmasını önlemek için en önemli tedbirler olmaya devam edecek. 2021'in son günlerinde tanıştığımız Omicron varyantı, diğer varyantlardan çok faklı davranıyor. Bilimsel çalışmalar, Omicron'un diğer koronavirüs varyantlarından neden bu kadar farklı davrandığına ışık tutmaya çalışıyor. Omicron ile hastalığın şiddetinin azalmasının ardındaki biyolojik nedenlerin ötesinde, bu farklılığın pandeminin seyri için neye işaret edebileceği sorusu var akıllarda…





Aralık ayında Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) üye ülkeler, pandemiler konusunda hazırlık, önleme ve müdahale amacıyla yeni uluslararası kurallar belirlemek üzere 2024 yılına kadar bir anlaşma düzenlemeyi kabul etti. Yeni varyantların üstesinden gelmek için güncellenmiş aşıların geliştirilmesi de dâhil olmak üzere dünya genelinde aşılama çabalarıyla 2022'de de COVID-19'un etkisi azaltılmaya çalışılacak. Hastalığa karşı tedavilerde görülen ilerlemeler bu umuda katkıda bulunuyor. İngiltere Ulusal Sağlık Araştırmaları Enstitüsünden Philip Evans'a göre, aşılar, COVID-19'a karşı mücadelenin temel taşı olmaya devam edecek ancak çeşitli yeni varyantların ortaya çıkması yüzünden ağız yoluyla alınabilecek tedaviler bu yıl da hastalıkla mücadelede çok önemli bir rol oynayacak.

Koronavirüs ne kadar çok insanı enfekte ederse varlığını o kadar uzun sürdürebilecek. Daha hızlı yayılan varyantlar, diğer varyantları geride bırakacak. Virüs yayılmaya başladığında, enfekte olan her kişi hastalığı ortalama olarak iki veya üç kişiye bulaştırırken Delta varyantı altı ya da yedi kişiye bulaşıyordu; Omicron ise daha da bulaşıcı görünüyor. Omicron yayıldıkça COVID-19 vakalarının sayısı yeni yılın ilk haftalarında rekor seviyelere ulaştı. Ancak orijinal SARS-CoV-2 virüsüne kıyasla, yaklaşık 50 mutasyona sahip olan bu varyantın enfekte ettiği kişilerde ciddi hastalığa neden olma ihtimalinin daha düşük olduğuna dair artan kanıtlar var.

Omicron varyantının hücreleri farklı bir şekilde enfekte etmesi, tükürükte daha yüksek seviyelerde bulunması ve asemptomatik enfeksiyonlara neden olma ihtimali nedeniyle bu kadar hızlı yayıldığı düşünülüyor. Tek teselli ise daha düşük oranda hastaneye yatışa ve ölüme neden olması. Ancak hastaneye yatış oranının düşük olması, aşı yaptıran ve COVID-19 geçiren kişi sayısının artışına da bağlanıyor. Bununla birlikte, hayvanlar üzerinde yürütülen çalışmalar, Omicron'un doğası gereği ciddi semptomlara neden olma ihtimalinin daha düşük olduğunu gösteriyor. Örneğin, İngiltere, Liverpool Üniversitesinden James Stewart liderliğindeki bir ekip, farelerin diğer varyantlara kıyasla Omicron ile daha az hastalandığını ve daha hızlı iyileştiğini tespit etti.

İngiltere, Glasgow Üniversitesinden Joe Grove ve meslektaşları tarafından yapılan çalışma; Omicron'un daha az şiddetli hastalığa neden olmasını, hücreleri biraz farklı bir şekilde enfekte etmesiyle açıklıyor. Omicron; diken proteini ile hücre yüzeyindeki ACE2 reseptörüne bağlandıktan sonra diken proteininin vücudumuzdaki başka bir protein tarafından kesilmesi ve virüsün içeriğini hücre içine bırakmasıyla hücreyi enfekte ediyor. Diğer SARS-CoV-2 virüslerinde ise kesme işlemi, hücrelerin dışında bulunan TMPRSS2 adlı bir proteaz tarafından gerçekleştiriliyor. Bu durum, virüslerin hücrelerimizle kaynaşmasına yol açıyor; yani TMPRSS2 diken proteinini parçalayarak virüs ve konak hücre zarının birleşimine izin veriyor. Omicron'da ise virüs önce hücre

zarı tarafından sarılıyor ve hücrenin içindeki küçük bir keseye sıkışıyor. Diken proteini ancak o zaman katepsin adı verilen proteinler tarafından kesiliyor. Bu süreç diğerlerine göre çok daha yavaş ilerliyor. Diğer ekiplerin sonuçlarıyla bir araya getirildiğinde bu bulgu, Omicron'un hücreleri farklı şekilde enfekte ettiğini ve bu yolla virüsün burnu enfekte etme olasılığının akciğerleri enfekte etme olasılığından daha yüksek hâle geldiğini gösteriyor. Grove, alt solunum yolu enfeksiyonundan üst solunum yolu enfeksiyonuna geçişin altında yatan mekanizmanın bu olduğunu düşünüyor. Böyle bir değişikliğin nedeni ise henüz bilinmiyor. Gelecekteki varyantların da daha az şiddetli hastalığa neden olacağına dair bir garanti de yok. Grove, 2006'da salgına yol açan SARS virüsünün hücreleri Omicron ile aynı şekilde enfekte ettiğini ancak garip bir şekilde çok daha ölümcül olduğunu söylüyor.

Bununla birlikte, bir virüsün etkisinin şiddetli hastalığa neden olması kadar kaç kişiye bulaştığına da bağlı olduğu unutulmamalı. Örneğin, bu yüzden grip Ebola'dan çok daha fazla insanın hayatını kaybetmesine yol açıyor. Daha önce büyük salgınları önlemeyi başaran Avustralya gibi ülkelerde, Omicron diğer varyantlardan çok daha büyük bir etkiye sahip. Bu etkinin nedeni olarak tükürükte gözlenen daha yüksek virüs seviyeleri olasılığının üzerinde duruluyor. Bu da insanlar konuşurken, bağırırken, öksürürken veya şarkı söylerken Omicron'un yayılma olasılığının daha yüksek olduğu anlamına geliyor.

Güney Afrika'daki Cape Town Üniversitesinden Diana Hardie de önceki varyantlara göre tükürükteki daha yüksek virüs seviyelerinin artan bulaşıcılık ile bir şekilde ilişkili olması gerektiğini düşünüyor. Hardie'nin ekibi, aynı kişilerden alınan (burundan ve tükürük bezlerinden) örnekler kullanılarak yapılan PCR testlerinin sonuçlarını karşılaştırdı.
Delta varyantında, nazal sürüntü örneklerinin tümü pozitifken tükürük bezinden örnek alınan kişilerin yalnızca %70'i pozitifti. Omicron'da ise durum tam tersiydi. Tüm tükürük sürüntüleri pozitif olduğunda, nazal sürüntülerin %86'sı pozitifti. Başka bir deyişle, Omicron enfeksiyonlarını tespit etmek için PCR testlerinde tükürük bezlerine bakmak daha güvenilir bir yöntem olabilir. Hardie bunun hızlı testler için de geçerli olduğunu düşünüyor ve bunu araştırmayı planlıyor.



Omicron'un bu kadar bulaşıcı olmasının bir başka nedeni de enfekte kişilerin çok daha yüksek bir oranının semptom göstermemesi ve bunu fark etmeden virüsü yayması olabilir. Seattle, Washington'daki Fred Hutchinson Kanser Araştırma Merkezinden Lawrence Corey ve meslektaşları, semptomlardan bağımsız olarak test yapılan Güney Afrika'da devam eden çalışmalardan elde edilen verileri analiz ediyor. Verilere göre, Omicron'un neden olduğu asemptomatik enfeksiyon oranı, diğer varyantların neden olduğu enfeksiyon oranından yaklaşık sekiz kat daha yüksek.

Omicron T Hücrelerinden Kaçamıyor

İmmünolog Wendy Burgers ve Catherine Riou, geçen kasım ayında koronavirüsün Omicron varyantını duyduklarında, bazı önemli soruların yanıtlarını bulmaları gerektiğini biliyorlardı. Güney Afrika'daki Cape Town Üniversitesinde çalışan Burgers ve Riou, önceki varyantları incelediler ve ortaya çıkan varyantların insanların antikor savunmasını zayıflatmasına rağmen bağışıklık sisteminin başka bir kolu olan T hücrelerinin patojenleri hâlâ tanıyabildiğini tespit ettiler. Ancak Omicron, daha önce üzerinde çalıştıkları tüm varyantlardan çok daha fazla mutasyona sahipti. O zamandan beri, dünyanın dört bir yanında bu konu üzerinde çalışan bilim insanları ortak bir fikirde buluştu: Omicron da dâhil olmak üzere ortaya çıkan tüm

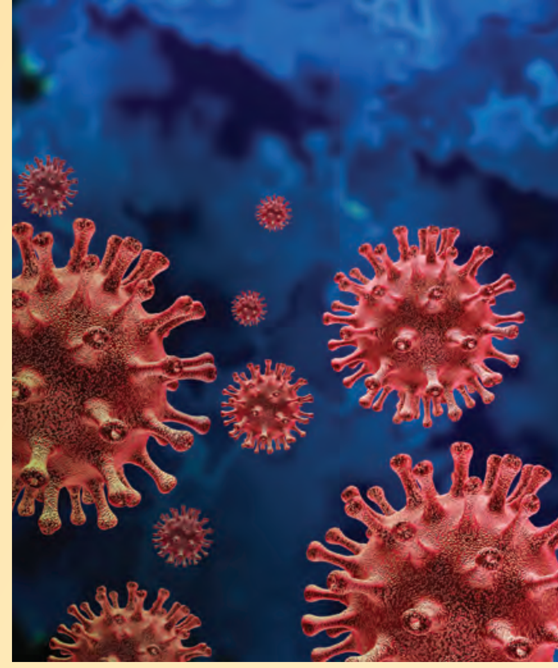
varyantlar T hücrelerinin bağışıklık yanıtına karşı duyarlı olmaya devam ediyor.

Koronavirüs bağışıklığı söz konusu olduğunda, antikorlar pek çok araştırmacının ilgi odağı oldu. Bilim insanları, insanların antikor düzeylerini, özellikle de virüsün çoğalmasını doğrudan engelleyen "nötralize edici antikorları" incelediler. Ancak koronavirüs varyantlarındaki artış, değişen bir virüs karşısında antikor bazlı bağışıklığın ne kadar yetersiz olabileceğini gösterdi. Nötralize edici antikorlar, COVID-19 aşısı için şablon olarak kullanılan SARS-CoV-2 diken proteinindeki birkaç bölgeye bağlanıyor. Bu bölgeler mutasyona uğrayınca antikor koruması kayboluyor. Ancak iyi haber antikorların yanı sıra T hücrelerinin de bağışıklıkta rol oynaması. T hücreleri, virüsle enfekte olan hücreleri yok eden "öldürücü" hücreler gibi davranmak da dâhil olmak üzere çeşitli bağışıklık işlevlerini yerine getiriyor. T hücreleri, enfekte hücreleri öldürerek enfeksiyonun yayılmasını sınırlayabiliyor. Dahası, T hücresi seviyeleri, bir enfeksiyon veya aşılamadan sonra antikorlar kadar hızlı şekilde etkinliğini kaybetme eğilimi göstermiyor. Ayrıca T hücreleri, nötralize edici antikorlara göre, diken proteinindeki çok daha fazla bölgeyi tanıyabildiğinden, mutasyona uğramış varyantlar bile T hücrelerinden kaçamıyor. Şimdiye kadar yapılan bilgisayar ve laboratuvar analizleri, Omicron için de durumun böyle olduğunu gösteriyor.

Omicron, Göreceğimiz Son Varyant mı?

Uzmanlar, bu yıl yeni bir koronavirüs varyantı daha ortaya çıkarsa şaşırmayacaklarını ancak bu varyantın ne kadar hızlı yayılacağını, insan bağışıklık sisteminden ne kadar iyi kurtulacağını veya daha fazlasına neden olup olmayacağını tahmin etmenin zor olduğunu söylüyorlar.

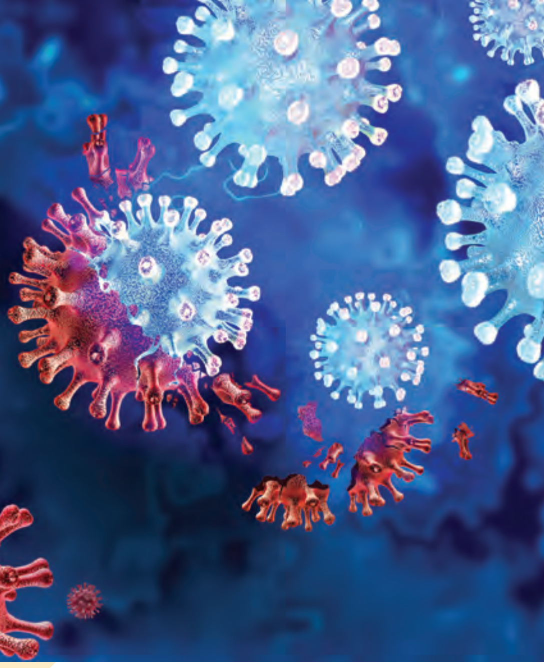
Omicron varyantı hem epey bulaşıcı olduğu için hem de aşılanmış ve daha önce enfekte olmuş kişilerin bağışıklık savunmasından kaçabildiği için yaygınlık bakımından Delta üzerinde bir avantaj elde etti. New York'taki Albert Einstein Tıp Fakültesinden immünoloji profesörü olan Kartik Chandran'a göre; bu varyant, popülasyonun Delta tarafından kolayca enfekte edilemeyen bir kısmını enfekte ettiği için Omicron ile rekabet edecek varyantların hem bulaşıcılık hem de bağışıklıktan kaçınma konusunda benzer kazanımlara sahip olması gerekiyor. Chandran yeni varyantların ortaya çıkma riskini azaltmak için yapılabilecek tek şeyin virüsün çoğalmasını azaltmak olduğunu, bunun da yolunun kesinlikle aşılanmaktan geçtiğini vurguluyor. Çünkü aşılar, Omicron'da olduğu gibi, gelecekteki bir varyanta karşı yalnızca kısmi koruma sağlasa bile, muhtemelen insanların virüse yakalanma ve enfeksiyon geçirme riskini azaltacaktır. Bununla birlikte, Chandran aşılamanın maske kullanma, fiziksel mesafeyi koruma ve sık test



yaptırma gibi diğer önlemlerle birlikte en iyi sonucu vereceğini belirtiyor. Aşılanan kişi sayısının arttırılması, ağır hastalığı önleyerek sağlık sistemi üzerindeki yükü de hafifletecektir.

Topluma Doğru Bilgi Aktarmanın Önemi

Dergimizin Ekim 2021 sayısında aşılar hakkında doğru bilginin önemini vurgulamıştık. Amacımız doğru bilimsel bilginin topluma anlaşılır bir şekilde aktarılmasının gerekliliğine dikkat çekmekti. Ardı ardına gelen flurona ve deltacron varyantı haberleri, bunun böyle bir pandemi döneminde her zamankinden daha önemli olduğunu bir kez daha hatırlattı. Zira Ocak ayının ortalarına doğru İsrail'de bir kişinin aynı anda hem mevsimsel grip hem de COVID-19 teşhisi ile hastaneye kaldırıldığı bildirildi. Bu



aşısız hamile hasta, hafif semptomlara sahipti ve herhangi bir komplikasyon olmadan taburcu edildi. Akılda kalıcı "flurona" (mevsimsel gribin İngilizcesi olan flu ve corona kelimelerinin birleşimi) adını kullanarak ve bu "yeni" varyantın neden olduğu "ilk" vaka olduğu söylenerek sıradan bir virüs hikâyesi bir kriz hâline getirildi.

Grip ile COVID-19'un belirtileri ve semptomları büyük ölçüde benzerdir; bu patojenlerin her ikisi de solunum damlacıkları veya küçük partiküller yoluyla yayılır ancak hücrelere farklı mekanizmalar kullanarak girer. Dolayısıyla da "hibrit bir süpervirüsün" varlığı ile ilgili bir kanıt aslında yok! Uzmanların kullandığı tanı testleri; COVID-19, influenza A ve B gibi solunum yolu enfeksiyonları ile solunum sinsityal virüsü arasında ayrım yapabilir. Kuzey küredeki son grip mevsiminde bildirilen çalışmaların bir meta analizi, COVID-19'lu kişilerin yaklaşık %0,8'inde grip de olduğunu gösterdi; ABD'de bu oran yaklaşık %0,4 idi. Bu nedenle, en yaygın ortak enfeksiyon olmasa da insanlar her iki virüsle de aynı anda enfekte olabilirler.

Başka bir "yeni varyant" haberi de Güney Kıbrıs'tan geldi. Uzmanlar, bir araştırma grubu tarafından yeni bir varyant olarak lanse edilen "deltacron" (Delta ve Omicron adlarının birleşimi ile türetilen bir sözcük) varyantının büyük olasılıkla laboratuvar kontaminasyonu sonucu ortaya çıktığını söylüyor. Yani büyük olasılıkla "deltacron" diye bir varyant da yok. İngiltere'deki Wellcome Sanger Enstitüsünden Jeffrey Barrett'e göre, iddia edilen mutasyonlar, genomun belirli dizileme prosedürlerinde hataya açık olan bir bölümünde yer alıyor. Barrett, Delta ve Omicron varyantlarının biyolojik bir birleşiminin kesinlikle olmadığının altını çiziyor.

Bazı bilim insanlarına göre, COVID-19 daha düşük bağışıklık seviyelerine sahip popülasyonlarda periyodik ani artışlarla mevsimsel olarak seyredecek; bazılarına göre ise 2022'de virüsle yaşamayı öğrenmeye devam edeceğiz; daha fazla kişi, birden çok kez enfekte olacak veya aşılanacak; dolayısıyla potansiyel olarak farklı varyantlara karşı daha yüksek bağışıklık seviyeleri oluşacak ve SARS-CoV-2 enfeksiyonunun endemik aşamasına geçeceğiz. Chapel Hill'deki Kuzey Carolina Üniversitesinden virolog Ralph Baric'e göre ise diğer varyantlardan çok farklı davranan Omicron yeni varyantların belkemiği olacak. Baric, bu yüzden Omicron'a özgü bir aşının biraz daha fazla koruma sunacağını belirtiyor. Hatta daha da iyi bir yaklaşımla, daha geniş bir varyant yelpazesi için uygulanabilecek evrensel aşılara doğru ilerlemenin zamanının geldiği düşünülüyor. ■



Kaynaklar

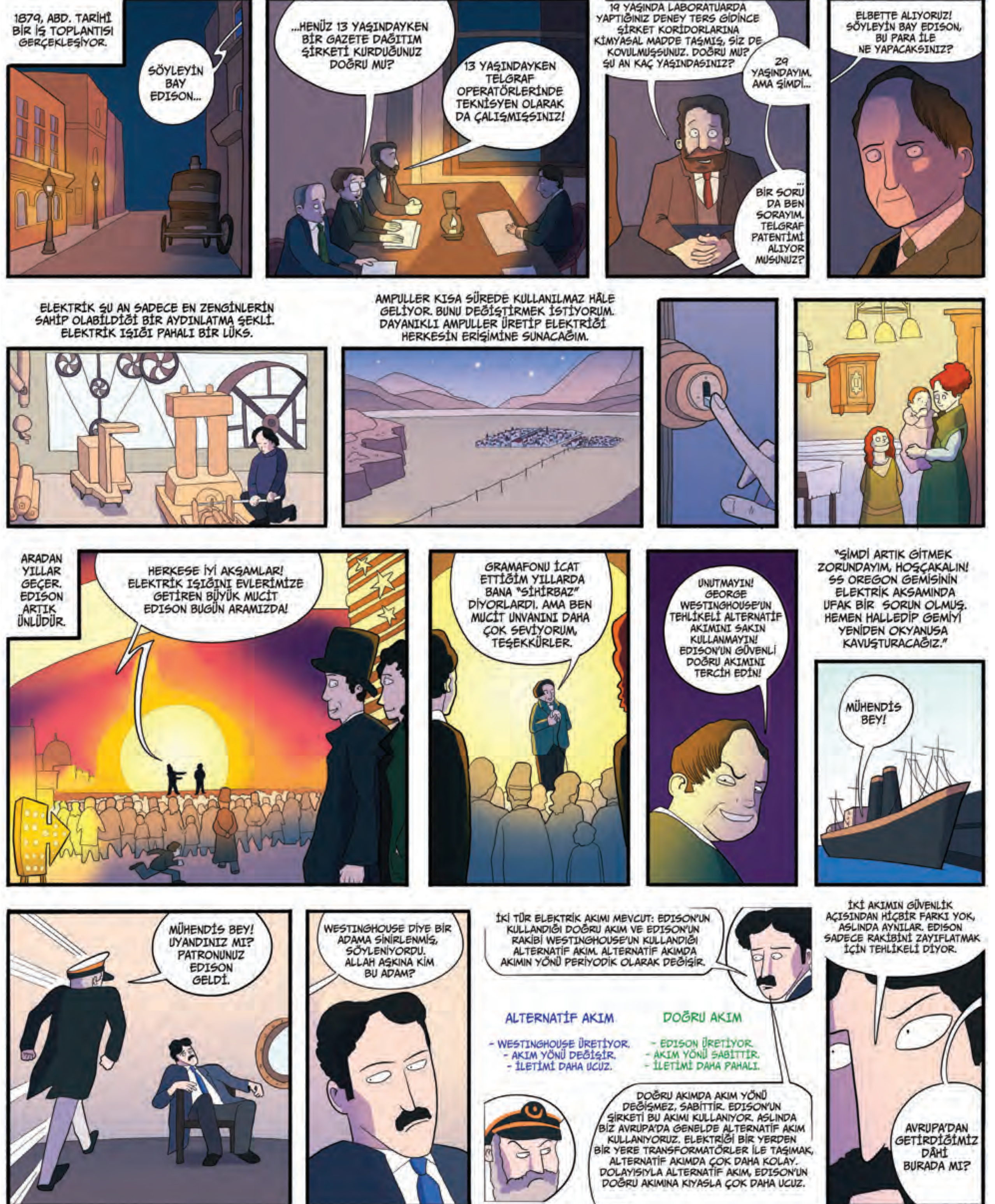
https://www.newscientist.com/article/2303869-covid-19-testing-in-the-time-of-omicron-everything-you-need-to-know/
https://www.newscientist.com/article/2303536-why-is-omicron-more-infectious-but-less-severe-what-we-know-so-far/
https://medicalxpress.com/news/2022-01-omicron-2.html
https://www.who.int/news/item/11-01-2022-interim-statement-on-covid-19-vaccines-in-the-context-of-the-circulation-of-the-omicron-sars-cov-2-variant-from-the-who-technical-advisory-group-on-covid-19-vaccine-composition
https://www.nature.com/articles/d41586-022-00063-https://www.scientificamerican.com/article/flurona-is-a-great-example-of-how-misinformation-blooms/
https://www.sciencealert.com/purported-deltacron-hybrid-virus-almost-certainly-doesn-t-exist-scientists-say

Bilim Çizgi

Sinancan Kara [*btcizgiroman@tubitak.gov.tr*

Tesla ve Edison

1. Bölüm

















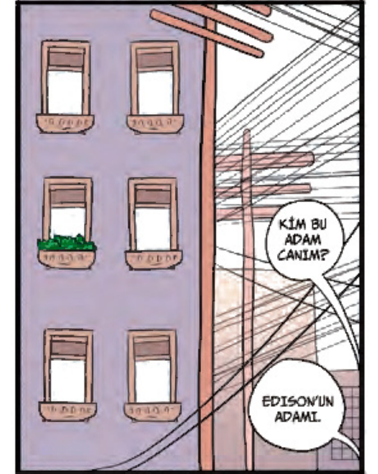


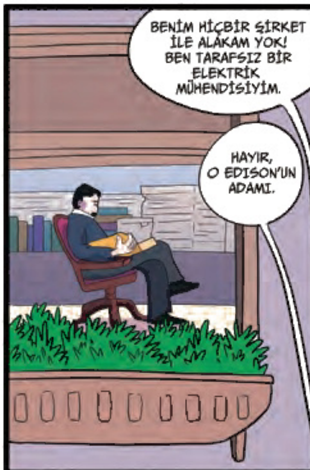



















DEVAMI GELECEK SAYIDA...

Geçmişten Geleceğe Uzanan Biyomalzemeler

Dr. Tuncay Baydemir [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

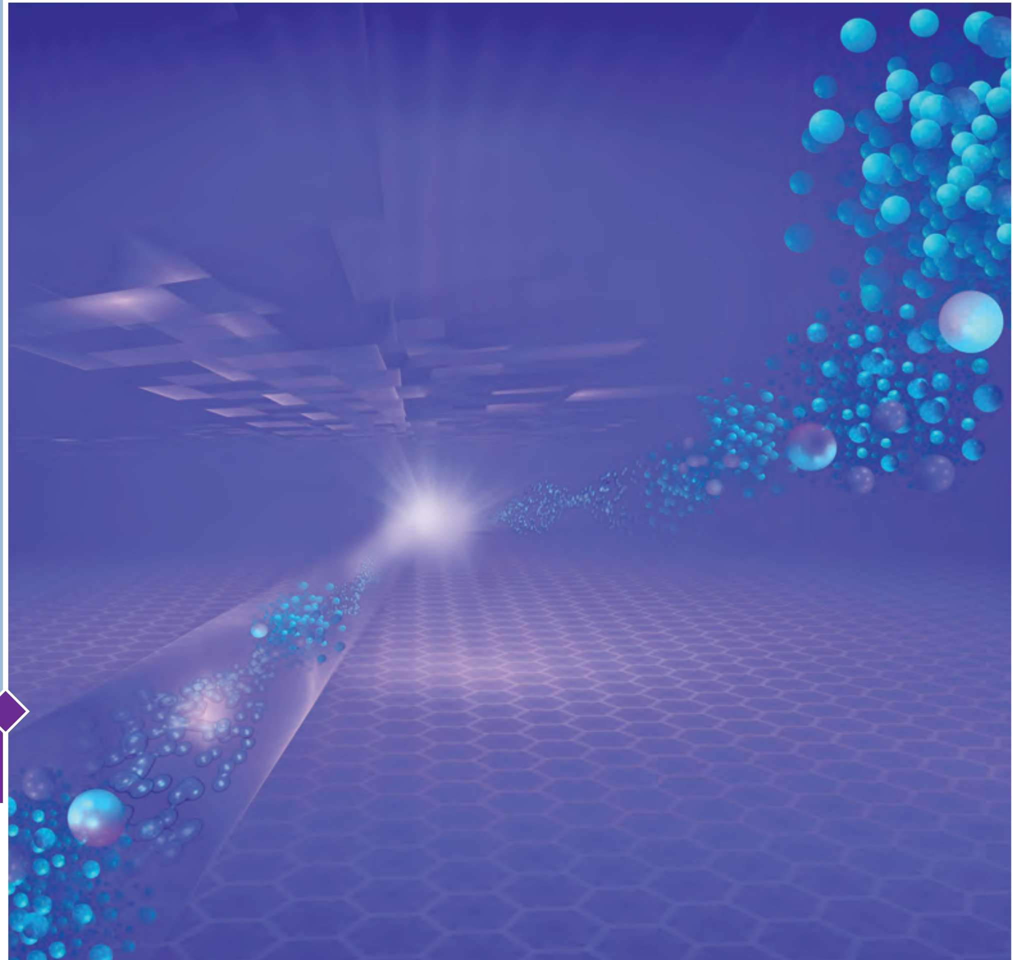
Biyomalzemelerin tarihi çok eski zamanlara kadar uzanıyor. Önce doğal malzemeler kullanılarak üretilen biyomalzemeler yerlerini zaman içerisinde yapay olanlara bıraktı, basit ürünlerin yerlerini de yüksek mühendislik ve teknoloji içerenler doldurmaya başladı. Daha eski uygulamalarda bu malzemelerin genellikle deri ve doku üzerinde kullanılan, ayrıca vücutla etkileşime girmeyen kararlı yapılar olması beklenirken günümüz teknolojileri sayesinde vücut sistemlerine entegre edilen akıllı ve canlı biyomalzemelerden söz etmek artık mümkün.



Biyomalzemeler, insan vücudundaki canlı dokuların işlevlerini yerine getirmek veya bu işlevi desteklemek amacıyla kullanılan ve kullanıcıların yaşam kalitelerini iyileştiren malzemelerdir. Bunlar, biyolojik sistemlerle arayüz oluşturan ve modern tıp alanında önemli ilerlemeler sağlayan geniş bir doğal ve sentetik madde sınıfını oluşturuyor.

Biyomalzemeler; insan hayatını iyileştirmek amacıyla kullanılmaya başlandığı çok eski zamanlardan günümüze, vücutla etkileşimi olmayan kararlı malzemelerden çevresindeki hücrelere ve dokulara sinyaller gönderen aktif ve öğretici materyallere dönüştü. Bu da artık yüksek teknoloji ile tasarlanmış canlı biyomalzemelerin çağının başladığını gösteriyor.

Biyomalzemelerin doğaları ve kullanım alanları bilimsel gelişmelere bağlı olarak sürekli değişiyor. Bu nedenle farklı tanımlamalar yapılması kaçınılmaz hâle geliyor. Diğer yandan, genel olarak bir değerlendirme yapıldığında ise, tüm tanımlamaların biyomalzemelerin sahip olması gereken temel özellikleri ortaya koyduğu görülüyor. *Biomaterials* dergisinin tanımına göre, "tek başına ya da bir sistemin parçası olarak tedavi veya tanı amacıyla kullanılan ve canlı sistemlerin bileşenleri ile kontrollü etkileşimler içerisinde olan mühendislik ürünü malzemeler" biyomalzemeler diye adlandırılıyor. En çok kabul gören biyomalzeme tanımlarından birisi de Amerikan Ulusal Sağlık Enstitüsü tarafından "yapay ve doğal kaynaklar kullanarak üretilen; belirlenen süreler boyunca kullanılabilen; bireyin yaşam kalitesini korumak ve iyileştirmek amacıyla vücuttaki herhangi bir dokuyu veya organı değiştiren; doğal bir işlevi kısmen ya da tamamen artıran ilaç dışındaki malzemeler" olarak yapılıyor.



Biyomalzemelerin Tarihsel Gelişimi

Bundan yaklaşık yüz yıl kadar önce biyomalzeme ifadesi kullanılmıyordu. Protez uzuvlar, kırık sabitleme araçları, camdan gözler ve diş dolguları gibi uygulamalar yapılıyordu ancak bugünkü gibi standart üretim sistemleri yoktu. Resmi onay süreçlerinden, biyouyumluluk olgusundan ve biyomalzemeler üzerine yeterli akademik bilginin varlığından söz etmek mümkün değildi. Elbette bilim ve teknolojideki gelişmelerle birlikte biyomalzeme bilimi de sürekli biçimde değişti ve gelişti. Biyomalzemelerin tarihsel gelişimi çok eski zamanlarda işlenmemiş doğal malzemelerin kullanımıyla başlayıp günümüzdeki oldukça karmaşık ve yüksek mühendislik ürünlerine kadar uzanan geniş bir dönemi kapsıyor. Süreç içerisinde bilim insanları başta olmak üzere pek çok paydaş; fikrin ortaya konmasıyla başlayan tasarım, üretim, test etme ve uygulama gibi aşamaları tekrar tekrar uygulayarak en iyi sonucu elde etmeye ve böylece insanların hayatını iyileştirmeye katkıda bulunmaya çalıştı. İstenilen başarıyı yakalayamayan çalışmalar da zamanla yerlerini hayat kurtaran yeni gelişmelere bıraktı. Tüm bu çabalar günümüzde de aralıksız bir şekilde artarak devam ediyor.

Biyomalzemelerin tarihi araştırmacılar tarafından dört döneme ayrılıyor. Bu dönemler sırasıyla tarih öncesi dönem, kahraman cerrahlar dönemi (adını hayat kurtarmak adına yüksek riskli uygulamaları tasarlayıp gerçekleştiren cerrahlardan alan dönem), tasarlanmış biyomalzemeler/cihazlar dönemi ve çağdaş dönem olarak adlandırılıyor.



Biyomalzemeler İçin Bazı Önemli Köşe Taşları

Yaklaşık 9.000 yıl önce
▶ (Kennewick Adam) vücuda gömülü mızrak ucu ile yaşamını sürdürebilme / vücudun yabancı maddelerle başa çıkma kapasitesini gösteren ilk örnek

Yaklaşık 5.000 yıl önce
▶ Deriye yabancı madde uygulanmasına ilişkin dövme uygulaması örneği

Yaklaşık MÖ 3000
▶ Zamanı tam olarak bilinmemekle birlikte çeşitli zaman dilimlerinde farklı uygarlıklar tarafından çeşitli malzemelerden elde edilen cerrahi dikiş ipliklerinin (sütürlerin) kullanılması



Sir Harold Lloyd Ridley (1906-2001) ve eşi. Göz içi lenslerinin mucidi olan İngiliz göz doktoru Ridley, katarakt hastalarında göz içi lens cerrahisine de öncülük etti.



Kolff-Brigham yapay böbreği (dönen tambur), Amerika'daki Ulusal Sağlık ve Tıp Müzesi'nde sergileniyor.



Vladimir Petrovich Demikhov (1916-1998). Sovyet cerrah Demikhov, nakil cerrahisinin öncülerinden sayılıyor.

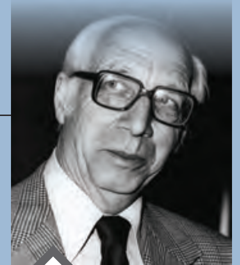
1930-1931
▶ (Albert S. Hyman ve Dr. Mark C. Lidwill) İlk taşınabilir kalp pili cihazı

1937
▶ (Vladimir P. Demikhov) İlk mekanik kalp destek cihazı (yapay kalp) tasarımı ve uygulaması

1939
▶ Vücutta ilk defa bir polimer malzemenin (selofan) kan damarlarını sarmak için kullanılması

1943
▶ (Willem Johan Kolff) Hemodiyaliz (yapay böbrek) sistemi uygulaması

1949
▶ (Sir Harold Ridley) İlk başarılı göz içi lens uygulaması



Willem Johan Kolff (1911-2009). Hollandalı doktor Kolff, hemodiyaliz ve yapay organ çalışmalarına öncülük etti.

1950'ler
▶ Biyoinert (vücuda yerleştirildiğinde çevresindeki doku ile etkileşime girmeyen) malzemeler, metal ve alaşımlarının biyomalzeme olarak yaygınlaşması

1952
▶ İlk kez protez vasküler greft (yapay damar) uygulaması

1952
▶ (Charles Hufnagel) Çalışan bir kalbe yapay kalp kapakçığı uygulaması

1952-1969
▶ (Dr. Per-Ingvar Branemark) Cerrahi işlem ve diş tedavilerinde titanyum implantların uygulanma prosedürleri ve osseointegrasyon (canlı kemik dokusu ile implant yüzeyi arasındaki direkt bağlantı) teriminin ortaya çıkışı

1957
▶ (Willem Johan Kolff) Hayvanlarda yapay kalp uygulaması

MÖ 1065-740
▶ Tarihteki ilk protez - Eski Mısır dönemine tarihlenmiş bir mumyaya ait protez parmak

MÖ 600
▶ İlk cerrahi ders kitaplarından biri olarak kabul edilen kaynakta yer alan deri nakli teknikleri

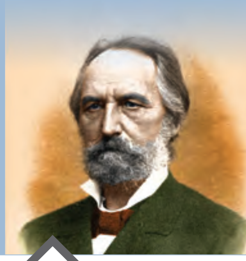
MÖ 460-370
▶ (Hipokrat) Kırık sabitleme işlemi için yumurta akı ve sirkeye batırılmış bandaj kullanımı

MS 200
▶ (Avrupa) Dövme demirden protez diş

MS 600
▶ (Mayalılar) Deniz kabuklarından protez diş yapımı ve uygulaması

1809
▶ (J. Maggiolo) Altın diş kökleri ile kemik içi implantların ilk uygulaması

1829
▶ (H.S. Levert) Vücuda yerleştirilen malzemelerin vücutla etkileşimi (biyoreaktivitesi) üzerine ilk çalışmalar


Adolf Gaston Eugen Fick (1852-1937) Alman göz doktoru ve kontak lensin mucidi

1887
▶ (Adolf Gaston Eugen Fick) İlk başarılı cam kontak lens

1891
▶ (Theodore Gluck) İlk kalça protezi uygulaması



1912
▶ (Dr. Alexis Carrel) Kan damarları dikme yöntemleri

Alexis Carrel (1873-1944) Kan damarlarını onaran cerrahi tekniklere öncülük etti. Organ nakli ve kalp cerrahisi üzerine de çalışan Carrel, 1912 Nobel Fizyoloji veya Tıp Ödülü'ne layık görüldü.

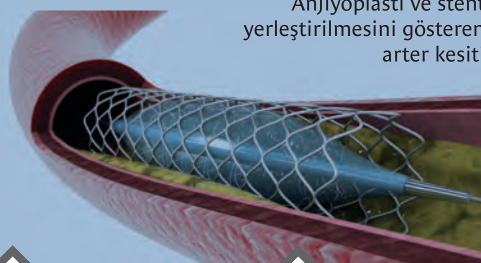
1958
▶ (Earl E. Bakken) İlk giyilebilir transistörlü harici kalp pili



Chardack - Greatbatch kalp pili - ABD Patent ve Ticari Marka Ofisi

1959
▶ (Wilson Greatbatch ve W.M. Chardack) Vücuda yerleştirilebilir ilk kalp pili

1970'ler
▶ Biyoaktif (çevresindeki doku ile etkileşen) ve biyobozunur malzemeler, kontrollü ilaç salım sistemleri


Anjiyoplasti ve stent yerleştirilmesini gösteren arter kesiti

1977
▶ (Dr. Andreas Gruntzig) İlk koroner balon anjiyoplasti uygulaması


Üç boyutlu baskı teknolojileri, canlı doku ve organların yapay olarak inşa edilmesine imkân tanıyor.

2000'ler
▶ Biyobenzetim malzemeleri, hidrojeller, 3 boyutlu baskı teknolojileri, mühendislik ürünü doku ve organlar, akıllı ve canlı biyomalzemeler

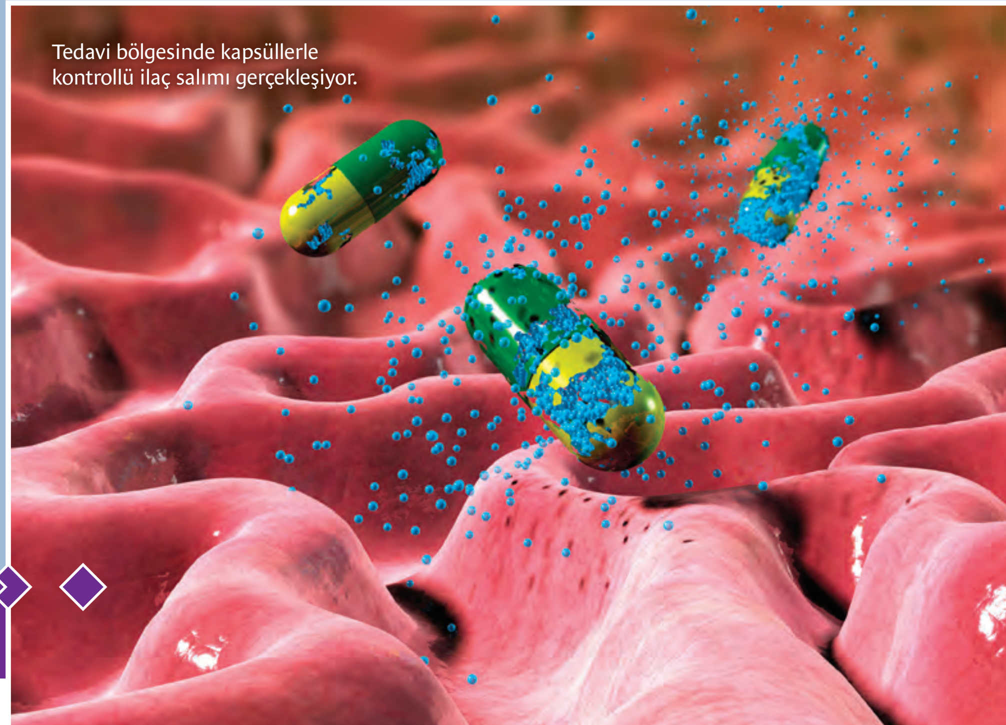
Biyomalzemeler Hangi Özellikleri Taşımalı?

Biyomalzemelerin taşıması beklenen özellikler ihtiyaçlara göre değişiklik gösterebiliyor. Önceleri, gerçekleştirilen uygulamaların çok çeşitli olmaması sebebiyle doğal, kararlı ve zararsız malzemeler kullanılarak kişinin yaşam kalitesi yükseltilebiliyordu. Günümüzdeyse vücut içerisine entegre edilen teknolojik ürünlerin çok çeşitli özellikleri bünyesinde barındırması bekleniyor. Kullanım bölgesi ve amacına göre de belirli özellikler aranıp belirli özellikler istenmeyebiliyor. Bu nedenle biyomalzemelerin sahip olması beklenen niteliklerinden bahsederken içinde bulunulan duruma göre değerlendirme yapmak daha uygun görünüyor.

Çok çeşitli uygulamalar için başvurulabilen biyomalzemelerin genel olarak organizma tarafından reddedilmeden ve işlevini kaybetmeden uzun süreli bir kullanıma uygun olması bekleniyor. Diğer yandan, malzemenin işlevini yerine getirdikten sonra biyobozunma süreçleriyle vücuda zarar vermeden atılması istenen durumlarda ise uzun süreli kullanıma uygunluk aranan bir özellik olmuyor. Bu nedenle biyomalzemelerin tasarımının mekanik, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler hesaba katılarak ihtiyaca uygun olacak şekilde düzenlenmesi gerekiyor. Sonuç olarak her bir malzeme kendi içerisinde, ihtiyaçlara göre özel olarak geliştirilmeli ve yapması gereken işlevi eksiksiz bir şekilde yerine getirecek şekilde uygulanmalıdır.

Biyomalzemelerde aranan önemli özelliklerinden biri de biyouyumluluktur. Biyouyumluluk, canlı sistemin yabancı malzemeye gösterdiği reaksiyonun bir ölçüsü olarak tanımlanıyor. Bir malzeme biyouyumluluk özelliğine sahipse malzeme ile olan etkileşimi sonucunda canlıda herhangi bir zararlı etki görülmez. Buradaki zararlı etkinin kapsamı hem uygulamanın yapıldığı bölgeyi hem de çevre doku ve organları içerir. Biyomalzemelerin amaçlarına uygun olarak çevrelerindeki dokularla organların yapı ve işlevlerini bozmaması gerekiyor. Ayrıca bu malzemelerin amaçlanan özel bir işlevi olmadığı sürece zararsız bileşenler içermesi de bekleniyor. Kanser hücrelerini bulup onları yok etmek amacı ile tasarlanan akıllı ilaç salım sistemleri söz edilen özel işleve örnek verilebilir.

Biyomalzemelerden beklenen genel özellikler arasında yan etki, iltihaplanma ve alerji gibi olumsuz sonuçlara yol açmamaları ve kanserojen özellik taşımamaları da sayılıyor. Genel olarak vücutta kullanılan


Tedavi bölgesinde kapsüllerle kontrollü ilaç salımı gerçekleşiyor.

malzemelerin aşınmaya dayanıklı olması isteniyor çünkü kimyasal ve mekanik aşınmalar sonucunda istenmeyen parçacık ve iyon salınımları gerçekleşebilir ve bunlar canlı sistemlere zarar verebilir. Diğer yandan bazı biyomalzemelerin kontrollü bir şekilde bozunması ve vücuttan atılması hedefleniyor. Bu gibi durumlarda ise bozunma ürünlerinin de biyouyumlu olması önem kazanıyor.

Bazı biyomalzemeler ise canlı doku ile olan biyolojik ve mekanik uyumu sağlamak amacıyla canlı hücreler içerecek şekilde tasarlanabiliyor. Geniş bir çerçeveden bakıldığında ideal biyomalzemenin özellikleri uygulandığı bölgeye, kullanım amacına, süresine ve hastanın tıbbi geçmişine göre farklılık gösterebiliyor.

Hangi Tür Malzemeler Kullanılıyor?

Biyomalzemeler kimyasal, fiziksel, mekanik ve biyolojik olarak karakteristik özellikler taşıyorlar. Bunun için de bazı malzeme sınıfları kullanılarak özel olarak üretiliyorlar.
Bu malzemelerin en basit sınıflandırılması doğal ya da yapay kökenli olmalarına göre yapılıyor. Çok çeşitli polimerler, metaller, seramikler ve kompozit malzemeler ile bu malzemelerin çeşitli kombinasyonları kullanılarak biyomalzemeler geliştiriliyor. Kullanılan malzemelerin kristal veya gözenekli yapıda olmaları gibi çeşitli özellikleri de farklı sınıflandırmalar yapmak için kullanılabiliyor.

Polimerler biyomedikal uygulamalar için oldukça uygun malzemelerdendir. Uzun zincirler hâlindeki moleküllerden oluşan bu malzemeler, çok çeşitli özelliklere sahip olacak şekilde üretilebiliyor. İstenilen fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olacak şekilde kolaylıkla üretilebilmeleri, geri dönüştürülüp yeniden işlenebilmeleri ve düşük maliyetleri onları diğer malzeme sınıflarına göre daha ön plana çıkarıyor. Ayrıca biyobozunma özelliği de bulunan bazı polimer biyomalzemeler, ikinci bir cerrahi işleme gerek kalmadan belli bir süre içerisinde bozunarak doğal yollarla vücuttan atılabiliyor.

Yapay polimerlerin kullanıldığı sistemlerde, biyouyumluluk sorunları ile karşılaşılabiliyor ve vücutta istenmeyen reaksiyonlar görülebiliyor. Bunun üstesinden gelmek için biyouyumlu olacak şekilde geliştirilmiş sistemlere ya da kitin, kitosan, aljinat ve karajenan gibi doğal polimerlere

Doğal bir kalsiyum fosfat minerali kompleksi olan hidroksiapatit ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$) kullanılarak üretilen sentetik kemik. Doğal kemik yapısına benzer özellikler gösteren bu biyomalzemenin gözenekli yapısı, bir tür öncü kök hücrenin büyümesini ve yeni kemik dokusuna dönüşmesini sağlıyor.



Diş protezi modeli

başvuruluyor. Bu polimerler doku rejenerasyonu ve ilaç salım sistemleri gibi biyomedikal uygulamalarda da yaygın olarak kullanılıyor. Polimer malzemeler kalp kapakçıkları, yapay kalp, yapay damar, göğüs protezleri, ağız ve diş malzemeleri, kontak ve göz içi lensler, diyaliz ve plazmaferez (plazma değişim) sistemleri, protez ve ortezler, kaplama malzemeleri, cerrahi malzemeler ile doku iskele ve yapıştırıcıları gibi çok sayıda uygulamada kullanım buluyor.

Metalik malzemelerin kullanılması da klinik açıdan oldukça önemli görülüyor. Kullanılan başlıca metal ve alaşımlar arasında paslanmaz çelik, titanyum ve alaşımları, kobalt-krom alaşımları, alüminyum alaşımları, zirkonyum-niyobyum ve tungsten alaşımları bulunuyor. Metal biyomalzemelerin yaygın uygulamaları arasında yapay kalp parçaları, kalp pilleri, klipsler, kateterler, tıbbi cihaz ve ekipmanlar, kemik sabitleme cihazları, diş malzemeleri, radyasyon koruyucular, plaka ve vidalar ile çeşitli protez ve ortodontik cihazlar sayılabilir.

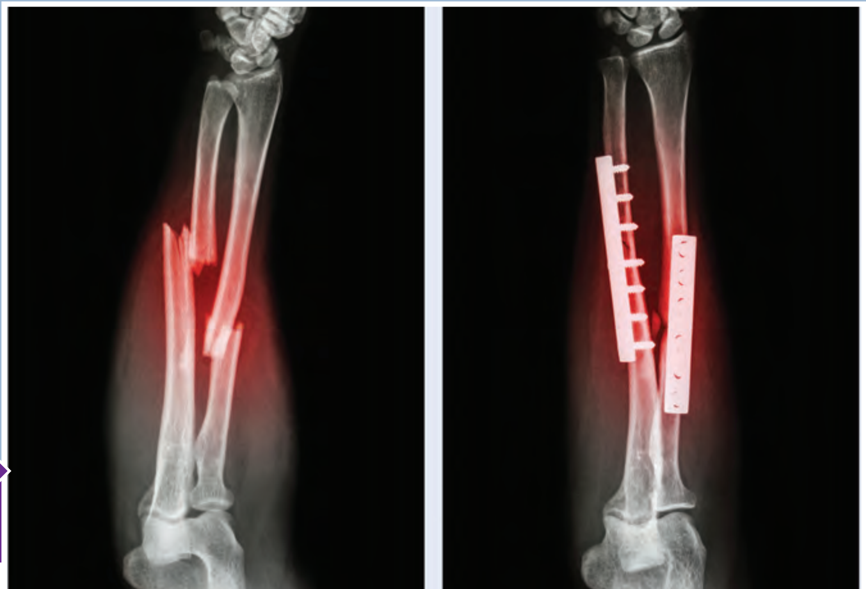
Biyouyumluluk, yük taşıma kabiliyeti, aşınmaya karşı direnç ve düşük maliyet gibi üstün özellikler metallerin ve alaşımların biyomalzeme olarak kullanılmasını teşvik ediyor. Gerekli durumlarda yüzey kaplama gibi işlemlerle metallerin biyouyumlulukları da artırılabiliyor.


Kontak lensler kolay uygulanabilir protez cihazlar olup optik, tedavi ve estetik amaçlı olarak yaygın bir şekilde kullanılıyor.

Biyomalzeme tasarımlarında kullanılan bir diğer malzeme grubu da seramiklerdir. İstenmeyen tepkimelere neden olmayan kararlı yapıları, çeşitli şekillerde ve gözenekli yapılarda üretilebilmeleri, yüksek basınca karşı dayanıklı olmaları ve aşınmaya karşı dirençleri sayesinde kas-iskelet sistemi parçaları, kalça protezleri, yapay diz ve kemik, ortopedik protezler, diş, göz ve kulak protezleri ve kalp kapakçıkları yapımında tercih edilen seramikler; metalik protezlerin biyouyumluluğunu sağlamak amacıyla kaplama malzemesi olarak da kullanılıyor.

Biyomalzeme olarak kullanılan son malzeme sınıfı ise kompozitlerdir. Bu malzemeler bileşim malzemesi olarak da adlandırılıyor ve farklı fiziksel/kimyasal özelliklere sahip iki veya daha fazla malzemenin birleşiminden oluşuyor. Kompozit malzemeler bileşenlerinden farklı özellikler gösteren ve amaca uygun olarak tasarlanan mühendislik malzemeleri olarak biliniyor.

Son yıllarda yapılan çalışmalarla yük taşıyabilen doku bileşenleri için çeşitli biyomedikal kompozit malzemeler geliştirildi. Örneğin,

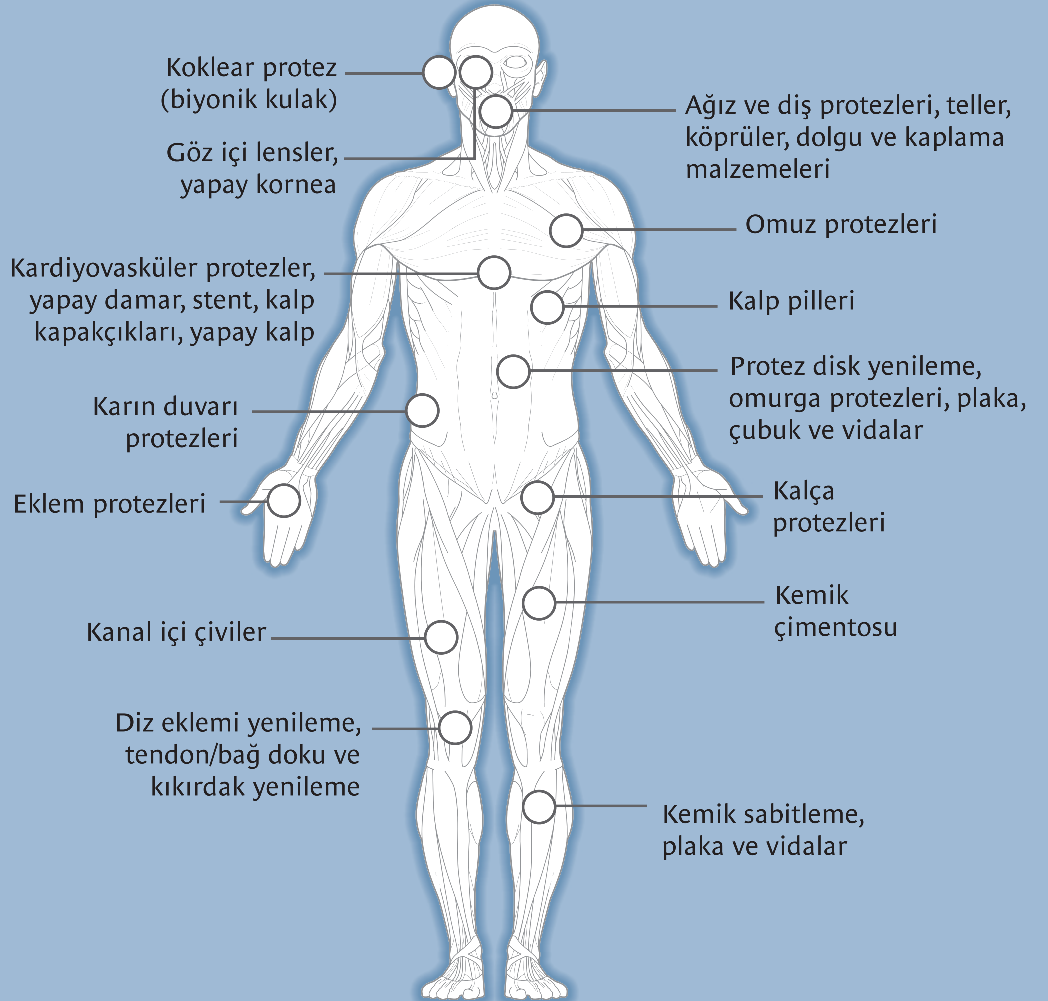

Kırık kemikler biyouyumlu plaka ve vida ile sabitlenerek tedavi gerçekleştiriliyor.

kompozit malzemelerle geliştirilen kemik benzeri iskeleler yaygın olarak kullanılıyor. Kafatası yapılandırma; kemik kırığı onarımı; diz, ayak bileği, diş, kalça ve eklem protezleri gibi çeşitli uygulamalar kompozit malzemelerle başarılı bir şekilde gerçekleştirilebiliyor.

Tek tek metaller, seramikler ya da polimer malzemeler değerlendirildiğinde biyomalzeme olarak kullanılmak için zayıf olan ya da istenmeyen özellikler; bu malzemelerin kombinasyonlarından oluşturulan kompozit malzemeler ile güçlendirilebiliyor ya da ortadan kaldırılabiliyor. Örnek vermek gerekirse tek tür malzeme yerine kompozit malzemeler kullanarak biyouyumluluk sağlanabiliyor; dayanıklılık, yük taşıma kapasitesi ve aşınma dayanımı artırılabiliyor.

İnsan Vücudu ve Biyomalzemeler

Moleküler ve hücresel biyoloji, patoloji, klinik tıp, diş hekimliği, kimya, fizik, malzeme bilimleri ve mühendislikteki gelişmeler biyomalzeme alanının da gelişmesini tetikledi. İlk uygulamalardaki tasarımlarla genellikle ihtiyaçları karşılamaya yönelik uygun fonksiyonel özellikler elde edilmeye çalışılırken daha sonra medikal kullanıma uygun olarak sınıflandırılmış kan ve doku uyumluluğu gibi pek çok özelliği bünyesinde taşıyan ileri mühendislik malzemeleri ortaya çıktı. En basit olanından en karmaşık olanlarına kadar geliştirilen tüm biyomalzemeler ve bu malzemelerle üretilen cihazlar insan vücudunun neredeyse tamamında kullanılıyor ve kişilerin yaşam kalitesinin artırılmasına büyük destek sağlıyor.



İnsan vücudunda kullanılan bazı biyomalzemeler



Göz içi lensi gözdeki doğal kristal lensin çıkarılmasından sonra cerrahi bir operasyonla yerleştiriliyor.

Sentetik ve Doğal Bazı Biyomalzemeler

	Uygulama	Kullanılan Biyomalzemeler
İskelet Sistemi	Eklem protezleri (kalça, diz, omuz vb.)	Titanyum (Ti), kobalt-krom (CoCr), polietilen (PE), alüminyum oksit (Al_2O_3), zirkonyum dioksit (ZrO_2)
	Travma tedavi cihazları (plaka, vida, pim, çubuk vb.)	Titanyum, paslanmaz çelik, CoCr, polietereterketon (PEEK), polilaktik asit (PLA)
	Omurga diskleri ve kaynaştırma cihazları	Nitinol (nikel-titanyum alaşım), titanyum, polietereterketon (PEEK), paslanmaz çelik
	Kemik hasarı onarımı	Kalsiyum fosfatlar, insan kemik ürünleri
	Kemik çimentosu	Polimetilmetakrilat (PMMA), cam polialkenoat iyonomeri, kalsiyum fosfat çimentoları
	Kıkırdak, tendon ve bağ onarım ve değiştirme	Hayvan dokuları, polilaktik asit (PLA), metal sabitleme cihazları, kolajen, hyalüronik asit yağlayıcılar
	Diş protezleri ve tedavileri	Titanyum, zirkonyum
Kardiyovasküler Sistem	Vasküler greftler, yamalar ve endovasküler cihazlar	Dakron (poliester tabanlı sentetik kumaş), politetrafloroetilen (PTFE), nitinol, CoCr, paslanmaz çelik
	Kalp kapakçıkları	Dakron, karbon, CoCr, paslanmaz çelik, hayvan dokusu, nitinol
	Kalp pilleri	Titanyum, poliüretan (PU)
	Defibrilatörler (kalp ritmi düzenleyiciler)	Titanyum, poliüretan (PU)
	Stentler	Paslanmaz çelik, nitinol, CoCr, platin, tantal, magnezyum alaşımları, polilaktik asit (PLA) ve çeşitli kopolimerler (birden fazla polimerden oluşan yapılar)
	Kateterler	Politetrafloroetilen (PTFE), polivinil klorür (PVC), silikon, poliüretan (PU)
Organlar	Kalp destek cihazları (akut ve kronik)	Titanyum alaşımı, polikarbonat (PC), politetrafloroetilen (PTFE), poli (etilen tereftalat) (PET), paslanmaz çelik
	Hemodiyaliz	Polisülfon, modifiye selüloz, poliakrilonitril (PAN), polikarbonat (PC), silikon, polivinil klorür (PVC)
	Kan oksijenlendirici	Polimetilpenten, polipropilen (PP), polisiloksan, polivinil klorür (PVC), polikarbonat (PC)
	Deri tedavisi (kronik yaralar ve yanıklar)	Kolajen, kadavra derisi, aljinat, poliüretan (PU), karboksimetil selüloz (CMC), naylon, silikon
Oftalmoloji (göz hastalıkları ve cerrahisiyle ilgilenen bilim dalı)	Kontak lens	Polimetilmetakrilat (PMMA), polihidroksietilmetakrilat (PHEMA), polyvinilalkol (PVA), silikon
	Göz içi lens	Polimetilmetakrilat (PMMA), polidimetilsiloksan (PDMS), poliakrilat-PMMA, polihidroksietilmetakrilat (PHEMA)
	Glokom (göz tansiyonu) drenleri	Silikon, polipropilen (PP), çapraz bağlı kolajen, paslanmaz çelik
Diğer	Koklear (biyonik kulak) protezler	Platin, platin-iridyum, polidimetilsiloksan (PDMS), titanyum, alüminyum oksit
	Göğüs protezi	Polidimetilsiloksan (PDMS)
	Dikişler	İpek, naylon, poliglikolik asit (PGA), polilaktik asit (PLA), polidioksanon, poliester kopolimerleri, polipropilen (PP), politetrafloroetilen (PTFE), işlenmiş sığır dokusu
	Kan torbaları	Polivinil klorür (PVC)
	Kulak tüpleri	Silikon, politetrafloroetilen (PTFE)

Biyomalzeme ve medikal cihazlar her geçen yıl daha fazla kullanım buluyor ve pek çok insanın yaşam kalitesini artırıyor. Aşağıdaki tabloda kullanım alanlarına göre pazar payları ve bileşik yıllık büyüme oranları görülüyor.

Biyomalzeme ve Medikal Cihaz Kullanım Alanı	2016	2017	2022	Öngörülen Bileşik Yıllık Büyüme Oranı 2017-2022 (%)
İlaç salım sistemleri	200.072	207.814	243.367	3,2
Üroloji ve böbrek ile ilgili malzemeler	75.378	82.688	109.003	5,7
In vitro (canlı dışında) tanılama	66.143	72.816	99.357	6,4
Ortopedi ve omurga malzemeleri	65.756	72.086	99.559	7,0
Görüntüleme cihazları	41.194	45.816	64.282	8,8
Kardiyovasküler cihazlar	25.384	29.658	45.260	5,7
Endoskopi	9.573	10.372	13.693	5,3
Toplam	483.500	512.230	674.521	

Öngörülen Bileşik Yıllık Büyüme Oranı ile Segmentlere Göre Küresel Pazar (Milyon Dolar) (Kaynak: BCC Research)

Biyomalzeme Üretimi Nasıl Gerçekleşiyor?

Tıbbi uygulamalarda biyomalzemelerin oldukları gibi kullanıldığı durumlar nadir görülür. Daha yaygın yaklaşım, tedaviye yönelik olarak biyomalzemelerin çeşitli süreçlerden geçirilerek uygun protez ve cihazlara dönüştürülmesidir. Karmaşık tıbbi cihazlarda farklı malzeme türlerinden bile faydalanılabilir. Örnek vermek gerekirse kalça protezi yaparken titanyum kullanılıyor. Ancak bunun için titanyum işleniyor ve ultra yüksek molekül ağırlıklı polietilenle birlikte kalça protezi hâline getiriliyor.

Tıbbi uygulamaların başarılı olması için işlevini eksiksiz olarak yerine getiren ve vücutta istenmeyen reaksiyonlara yol açmayan tıbbi ürünler geliştirilmesi gerekiyor. Tüm bu ürünler geliştirilirken enjeksiyonlu kalıplama, üç boyutlu baskı ve kaplama gibi pek çok üretim teknolojisinden faydalanılıyor. Elde edilen ürünler, kullanım yerlerine ve amaçlarına bağlı olarak makro ölçekten nano ölçeğe kadar çeşitlilik gösteriyor.

Biyomalzeme alanında farklı akademik ve endüstriyel birikime sahip araştırmacıların bir arada



Biyomalzemelerin klinik uygulamaya geçiş sürecinde atılması gereken temel adımlar

İhtiyacı tanımla • Tedavi amaçlı • Organ yenileme • Kozmetik	• Doktor/Diş hekimi • Araştırmacı • Girişimci
Cihaz Tasarımı	• Doktor • Mühendis
Malzeme Sentezi	• Malzeme bilimciler (polimer, seramik, metal, kompozit uzmanları)
Malzeme Testleri • Mekanik özellikler • Toksikoloji • Malzeme biyoreaksiyonları -Protein etkileşimleri -Hücre aktivasyonu -Doku reaksiyonu • Biyokararlılık (mekanik ve kimyasal)	• Biyomühendis • Makine mühendisi • Biyokimyager • Hücre biyoloğu • Veteriner cerrah
Üretim	• Mühendis • Üretim operatörü
Sterilizasyon ve Paketleme	• Biyomühendis • Endüstriyel tasarımcı
Cihaz Testleri • Toksikoloji • Deney ortamındaki biyoetkileşimler • Hayvan testleri	• Biyomühendis • Veteriner cerrah • Doktor/Diş hekimi
Ruhsatlandırma • Klinik testler ve takibi	• Ruhsatlandırma uzmanı • Yasa koyucular
Klinik Uygulamalar	• Doktor/Diş hekimi • Göz doktoru
Uygulama Sonrası Analizleri • Patolojik incelemeler • Eksikliklerin tespiti	• Patolog • Biyomühendis

Klinik olarak uygulanacak bir ürüne giden yol

çalışması gerekiyor. İyi bir biyomalzeme bilimcinin polimer, metal, seramik, cam, kompozit ve biyolojik malzemeler hakkında bilgi sahibi olması şarttır. Biyomalzeme araştırmacıları uzmanlaşırken genellikle yumuşak doku ve sert doku üzerine çalışanlar olarak ayrılma eğilimi gösterirler. Sert doku biyomalzemelerini çoğunlukla metaller ve seramikler oluştururken, yumuşak doku biyomalzemeleri olarak ise polimerler ön plana çıkar. Diğer taraftan, pek çok tıbbi cihaz geliştirilirken malzemeler arasındaki bu sınırlar ortadan kalkar. Bu nedenle biyomalzeme uzmanlarının tüm malzeme sınıfları ve bu malzeme sınıflarının biyolojik ortamlarla etkileşimleri hakkında bilgi sahibi olması gerekiyor.



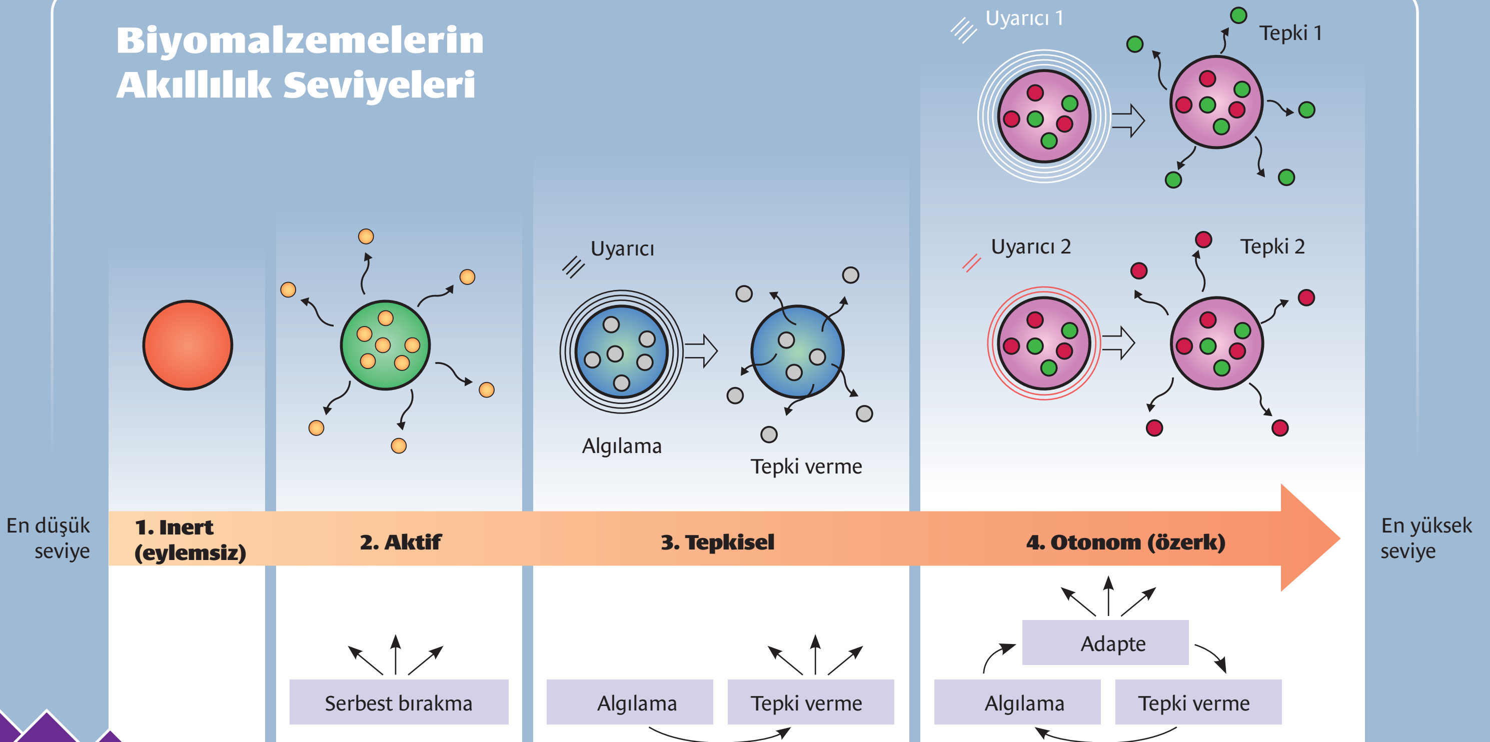
Koklear protez (biyonik kulak) uygulaması. Geleneksel işitme cihazlarının yardım edemeyeceği ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı olan kişilerde kullanılan bu protezler, kişiye ses ve konuşma farkındalığı sağlıyor ve onlar için dudak okumayı da kolaylaştırıyor.

Biyomalzemelerin Akıllı Olanları da Var

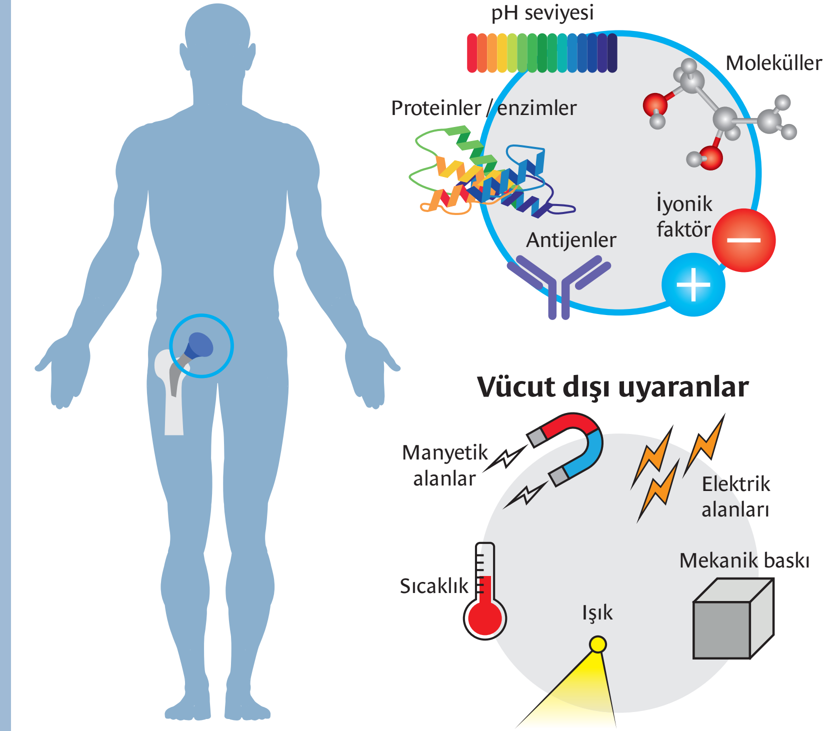
Son yıllarda biyomalzeme alanında gerçekleşen tüm bilimsel ve teknolojik gelişmeler; başta doku mühendisliği, kontrollü ilaç salımı, bağışıklık mühendisliği ve tıbbi cihazlar olmak üzere, modern tıbbın pek çok alanını önemli ölçüde etkiledi. Kendi kendine organize olan moleküller, polimer sentezleri, protein ve peptit mühendisliği ile mikro/nano üretim üzerine yapılan çalışmalar; kimyasal ve mekanik özelliklerini vücuttaki fizyolojik parametrelere ve diğer iç ve dış uyaranlara göre ayarlayabilen "akıllı biyomalzemeler" geliştirilmesini sağladı.

Akıllı biyomalzeme terimi, ilk olarak 2004 yılında belirli hücresel sinyallere tepki verebilen malzemeleri tanımlamak için kullanılmıştı. Son yıllarda ise yüksek düzeyde kontrollü biyoişlevselliklere sahip yeni malzemelerle birlikte yeni tanımlamalar da ortaya çıktı. Hatta bu alanda o kadar hızlı gelişmeler kaydediliyor ki bugünün akıllı olarak tanımlanan biyomalzemelerinin yakın gelecekte basit işlevli olanlar sınıfına gerileyeceği düşünülüyor. Bu nedenle günümüzde akıllı biyomalzemeleri inert (eylemsiz), aktif, tepkisel ve otonom olmak üzere dört sınıfa ayırarak değerlendirmek daha uygun görülüyor. Bu tür bir sınıflandırma biyoçevre ve özellikle biyolojik/hücresel süreçlerle olan etkileşimin derecesine göre biyomalzemeleri başarılı bir şekilde birbirinden ayırmayı sağlıyor.

Birinci sınıf olan inert (eylemsiz) biyomalzemeler, biyouyumlu ve biyoinert olma özellikleriyle



Montoya, C., Gianforcaro, A.L. ve ark., "On the road to smart biomaterials for bone research: definitions, concepts, advances, and outlook", *Bone Research*, 9:12, 2021.



Biyomalzemelerin çeşitli biyoişlevselliklerini sağlamak için kullanılan farklı iç ve dış uyaranlar

Montoya, C., Gianforcaro, A.L. ve ark., "On the road to smart biomaterials for bone research: definitions, concepts, advances, and outlook", Bone Research, 9:12, 2021.

görevlerini yerine getirirken zararlı olmamanın yanında fazladan bir biyolojik fayda sağlamıyorlar. Bir malzemenin vücutta kullanılması akıllılık seviyesinin ilk ve en düşük derecesi olarak kabul ediliyor.

Akıllılığın ikinci derecesinde ise aktif biyomalzemeler bulunuyor. Bu malzemeler biyolojik süreçlerle veya çevresindeki ortamla tek yönlü etkileşim sağlayacak şekilde tasarlanıyorlar ve çalışma prensipleri ile biyolojik bir sürecin geleneksel aktivasyonuna benzer özellikler taşıyorlar.

Bir sonraki akıllı biyomalzeme derecesini ise tepkisel biyomalzemeler oluşturuyor. Bir biyomalzemenin bu sınıfta kabul edilmesi için bir uyaranı algılaması ve tepki vererek tedavi amaçlı fonksiyonları yerine getirmesi gerekiyor. Belirli bir bölgede gerçekleşmesi amaçlanan pek çok tedavi bu tür akıllı malzemeler sayesinde uygulanabiliyor.

Dördüncü ve son akıllılık derecesine sahip biyomalzemeler ise otonom (özerk) olanlar. Bu malzeme türleri, kendi kendine yeterli olarak kabul ediliyor ve bulundukları ortam ile biyolojik süreçlerdeki değişikliklere yanıt olarak özelliklerini ayarlayabiliyor. Ayrıca, bir uyarıcı tarafından tetiklendikten sonra yalnızca hedefe yönelik tedaviler sunmakla kalmayıp aynı zamanda belirli sinyalleri algılayarak çevreleriyle karmaşık şekillerde etkileşime girebiliyorlar. İdeal durumlarda ise belirli bir hastalığı önceden algılayarak oluşmasını engelleyebiliyor ve herhangi bir hasar oluşmadan önce hastalığın farklı aşamalarında tedavi sunabiliyorlar.

Son yıllarda akıllı malzemeler ortam asitliği, redoks potansiyeli, enzim aktivitesinin yanı sıra ışık, ses, sıcaklık, nem, manyetik alan ve kuvvet gibi biyolojik; kimyasal ve fiziksel işaretlere tepki verme yetenekleri sayesinde tıbbi uygulamalarda ve doku mühendisliğinde sıklıkla tercih edilmeye başlandı. Bazı malzemeler de şekil hafızasına ve kendini onarma kapasitesine sahip olacak şekilde üretilebiliyor. Akıllı biyomalzemelere olan talebin artmasında bireysel ihtiyaçlara göre uyarlanmış ilaç ve cihaz sistemleri ile gen ve bağışıklık terapileri benzeri kişiye özel tedaviler de önemli rol oynuyor.
Akıllı biyomalzemeler doku

mühendisliği alanı için oldukça önemli bir yere sahip. Doku mühendisliğinde disiplinler arası nitelikteki çalışmalarla dokuyu yerine koyan, destekleyen veya iyileştiren çözümler geliştirmek amaçlanıyor. Ancak hücresel davranışı kontrol edecek malzemeler tasarlamak büyük zorluklar içeriyor. Yapılan çalışmalarda başarılı sonuçlar elde etmek için kullanılacak malzemenin hücre ve dokularla nasıl etkileşeceğinin net olarak anlaşılması gerekiyor. Bu nedenle doku mühendisliği için biyomalzemelerin tasarlanmasında oldukça karmaşık sentetik yaklaşımlar kullanılıyor.

Kontrollü ilaç salım teknolojilerinde ve tıbbi cihazlarda da akıllı biyomalzemeler kullanılıyor. İlaç salım sistemleri, tedavi amaçlı kullanılan ilacın ilgili bölgeye (çeşitli dış uyaranlara bağlı olarak) istenilen miktarda ve zaman aralığında dağıtılmasını hedefliyor. Geliştirilen akıllı biyomalzemeler bu işlevi gerçekleştirmeye yardımcı oluyor. Bu sistemlerde başta polimerler, lipidler, proteinler ve peptidler olmak üzere çok sayıda farklı biyomalzeme ve bunların kombinasyonları kullanılıyor. Ayrıca ilaç salım sistemleri nano ve mikro ölçek gibi çok küçük boyutlarda bile geliştirilebiliyor.

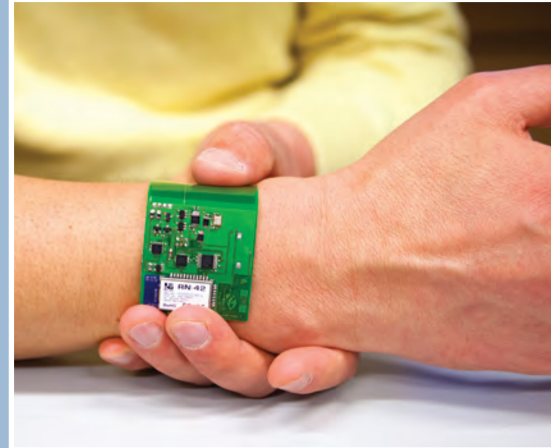
Akıllı biyomalzemeler tıbbi cihazların üretiminde de önemli bir dönüm noktası olarak kabul ediliyor. Bu cihazlar, dış uyaranlara duyarlı malzemeler içeriyor. Örneğin, şekil hafızalı polimerler ve farklı formasyonlara dönüşebilen malzemeler çoklu görevleri başarıyla gerçekleştirebiliyorlar. Bununla birlikte, üç boyutlu baskı teknolojisindeki ilerlemeler bu malzemelerin üretiminde büyük kolaylıklar sağlıyor.

Diğer yandan, bağışıklık sistemi yabancı biyomalzemelerin kullanımına olumsuz tepki verebiliyor ve çoğu nakil, tıbbi cihaz ve ilaç salım sistemlerini işlevsiz kılabiliyor. Biyomalzemelere karşı vücudun bağışıklık tepkisinin önlenmesi için bağışıklık sistemini düzenleyen akıllı biyomalzemeler kullanılarak bu sorun ortadan kaldırılabilir. Bağışıklık mekanizmalarının anlaşılması, bağışıklık etkileşimli akıllı malzemelerin geliştirilmesinde kilit rol oynuyor.

Farklı türdeki biyomalzemeler, tedaviye yönelik bileşenleri bağışıklık hücrelerine iletme görevlerinde kullanılıyor. Yapılan son çalışmalar bağışıklık sistemini düzenleyici akıllı biyomalzemeler kullanarak kanser immünoterapisi ve kişiselleştirilmiş kanser tedavisi gerçekleştirilebileceğini, ayrıca yeni teknolojilerin kullanıldığı aşıların üretilebileceğini gösteriyor.

Canlı Biyomalzemeler Tasarlamak

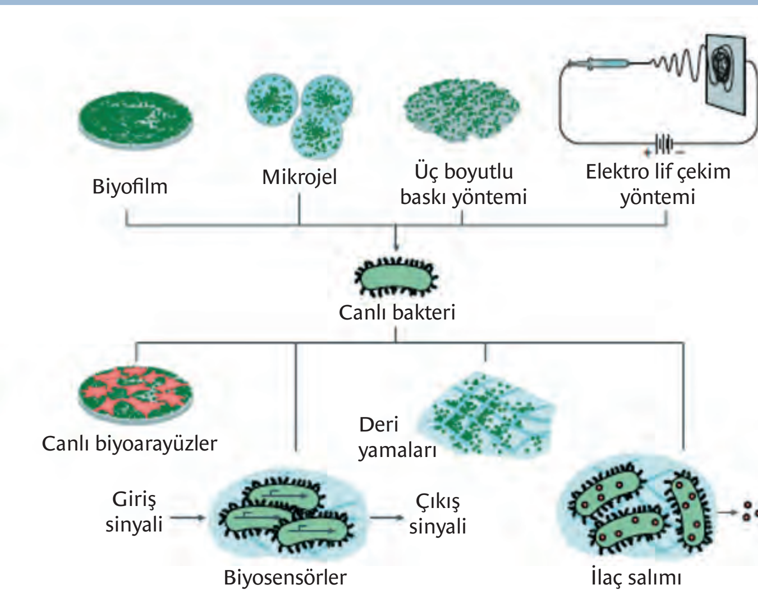
Biyomalzemeler; bir zamanlar vücutla etkileşimi olmayan malzemelerken günümüzde çevrelerindeki hücre ve dokulara sinyaller gönderip alan, biyolojik olarak aktif, akıllı, öğretici ve karmaşık malzemelere dönüştüler. Mühendislik tasarımı olan canlı biyomalzemeler, genel olarak duyarlı işleve sahip canlı hücreler ve iskele işlevi gören polimer yapılardan oluşuyor. Böylece aktif ve uyaranlara tepki veren biyomalzemeler tasarlanabiliyor; biyoalgılama, yara tedavisi, kök hücre temelli doku mühendisliği ile ilaç üretimi ve salımı gibi pek çok alanda kullanım buluyorlar.



Metabolizmanın izlenmesini sağlayan protez. Üzerinde bulunan sıcaklık ve pH sensörlerine ek olarak beş farklı biyosensör ile farklı moleküllerin (glikoz, kolesterol vb.) analizi gerçekleştiriliyor ve veriler kablosuz olarak tanımlanan cihazlara iletiliyor.

Diğer yandan, mikroorganizmaların çevresel uyaranlara gösterdiği karmaşık tepkiler üzerinde genetik mühendisliği uygulamaları sayesinde düzenlemeler yapıp kontrol sahibi olmak mümkün. Bu yöntemlerle tasarlanan mikroorganizmalar (biyofilmlerde olduğu gibi) ya kendi yapılarını oluşturabiliyor ya da üç boyutlu baskı, kaplama ve mikroenkapsülasyon gibi teknolojiler sayesinde mevcut yapılara dâhil edilebiliyor. Canlı malzeme veya biyohibritler tasarlamak amacıyla bakteri, mantar, alg ve hayvan hücreleri de dâhil olmak üzere çeşitli organizmalar kullanılıyor. Canlı malzemeler oluşturulurken hücreler bir iskele ile birleştiriliyor ve malzemeye farklı işlevsel özellikler kazandırılıyor. Giyilebilir biyoalgılayıcılar geliştirilirken çeşitli biyokimyasal maddelere tepki verecek şekilde tasarlanmış mikrobiyal türler kullanılıyor. Bu sayede canlı malzemeler farklı kimyasal maddelerin varlığını tespit edebiliyor.

Kontrollü ilaç salımı uygulamalarında ise tedavi amaçlı ilaçların belirli bölgelere belirli oranlarda verilmesi amaçlanıyor. Örneğin, kemik dokusunu yenilemek amacıyla büyüme faktörü yüklenmiş iskele yapılar, tedavi amaçlı protez işlevi görebiliyor. Bunun dışında, büyüme faktörü yüklenmiş biyofilmler, tedavi bölgesinde kök hücre farklılaşmasını ve doku yenilenmesini teşvik etmek amacıyla sürekli olarak istenilen dozda etken madde üretebiliyor. Ayrıca biyofilm ve antimikrobiyal ilaçlar ile protein taşıyan canlı protezler yara, bağırsak yangısı ve damar kanaması tedavilerinde kullanılıyor.



Rodrigo-Navarro, A. ve ark., " Engineered living biomaterials", *Nature Reviews Materials*, 6, 1175-1190, 2021.

Canlı biyomalzemelerin üretim teknikleri ve uygulama alanları

Geleneksel olarak kullanılan canlı malzemeler arasında probiyotikler ve biyokatalizörler de sayılıyor. Bunlara başvurulan uygulamalarda, genellikle mikroorganizmaların hedeflenen bölgeye ulaştırılması ve işlevini gerçekleştirdikten sonra ortamdan izole edilmesi için mikrokapsüller ve fiber ağlar gibi polimerik yapılar kullanılıyor.

Probiyotikler, sağlık açısından yararlı görülen mikroorganizmalardır. Probiyotik tedavilerinde yaklaşık 10^9 canlı hücrenin sindirilmesi gerekiyor. Bunu sağlamak için probiyotikler hidrokolloid, lipid ve polimer kompozitler içerisinde tutuluyor;

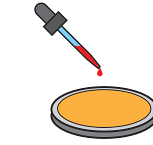


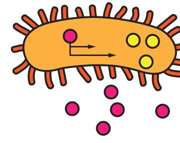
böylece sindirim sistemi kanallarındaki düşük pH ve safradan korunuyor. Daha sonra probiyotik suşlar bu biyobozunur rezervlerden serbest bırakılıyor. Probiyotik tedavilerinde bir sonraki aşama ise bunları sensörler ve açma/kapama fonksiyonu ile geliştirerek tedavi edici etkilerini çeşitlendirmek. Örneğin, bağırsak hastalığıyla mücadelede ilaç salgılama görevi için *L. lactis* adlı laktik asit bakterisinin genetiği değiştirildi ve bu konuda klinik çalışmalara devam ediliyor. Bu örnekte olduğu gibi daha pek çok mikroorganizmanın geliştirilmesi, kapsüllenmesi ve vücutta taşınması üzerine çalışmalar yürütülüyor.

Biyokatalizörlerdeki gelişmeler ise bakteri ve malzeme etkileşimlerini daha iyi anlamaya katkıda bulunuyor. Biyomalzemelere yüklenen enzimler veya reaksiyon ortamına gönderilen hücreler tarafından kimyasal tepkimelerin hızlandırılmasına biyokatalizleme deniyor. Bakteriler uzun yıllardır bu işlemlerde kullanılıyor. Ayrıca tasarlanmış canlı biyofilmler de biyoteknolojik üretimler için reaktör işlevi görüyor.

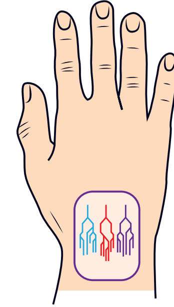
Canlı biyomalzemeler; biyosensörler, deri yamaları, ilaç dağıtım sistemleri ve doku mühendisliği olmak üzere çeşitli biyomedikal uygulamalar için geliştirilip kullanılıyor.

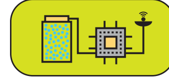
a) Basit biyosensörler - tasarlanmış mikroorganizmalar ile kimyasal madde tayini kolay bir şekilde gerçekleştiriliyor.



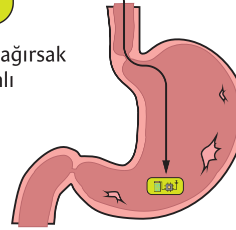


b) Deride biriken küçük moleküllerin tespiti üç boyutlu baskı ile üretilen canlı dövmeler ile sağlanıyor.





c) Mideye yerleştirilen ve bağırsak kanamasını tespit eden canlı kapsül, sonuçları kablosuz şekilde iletiyor.



Canlı malzemelerin biyosensör olarak kullanımı

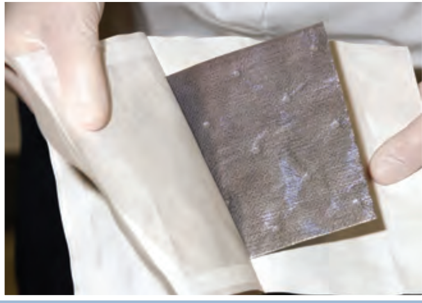
Rodrigo-Navarro, A. ve ark., " Engineered living biomaterials", *Nature Reviews Materials*, 6, 1175-1190, 2021.

Mikroorganizmalardan Biyosensörlere

Mikroorganizmalardaki gen ifadesi tıbbi açıdan ilgilenilen kimyasallara yanıt verecek şekilde düzenlenebiliyor ve mikrobiyal biyosensörler bu sayede geliştiriliyor. Gerekli kodlama bir kere yapıldıktan sonra canlı biyosensörlerin üretimi oldukça uygun maliyetlerle gerçekleştirilebiliyor. Farklı yöntemlerle üretilen giyilebilir biyosensörler gerçek zamanlı bir sağlık takibini mümkün kılıyor, bakteriyel

elektronik kapsüller bağırsak yolu kanamalarını algılayabiliyor, tespit ve uyarı için geliştirilen ürünler çok düşük miktardaki kimyasal maddeleri tespit edip sinyal verebiliyor.

Sentetik biyoloji ile birlikte mikro ve nanoteknolojideki gelişmeler, canlı biyosensörler için araştırmacılara çok çeşitli olanaklar sunuyor. Böylece kolay üretim, taşınabilirlik ve etkili kullanım sağlanıyor. Genetik tasarımlar sayesinde de çoklu kimyasalların aynı anda algılanması, mantık fonksiyonlarının yürütülmesi ve analiz hassasiyet aralıklarının ayarlanması mümkün hâle geliyor.



Yara kaplama malzemesi. Bacak ülserleri, bası yaraları ve uzun süreli yaraları tedavi etmek üzere geliştirilen malzeme; antimikrobiyal etkiye sahip olup bazı bakteri ve mantar enfeksiyonlarını önleyebiliyor.

Deri ve Doku Tedavilerinde Canlı Biyomalzemeler

Deri, pek çok bakteri ve mantar türlerine ev sahipliği yapan zengin bir mikrobiyataya sahiptir ve canlı biyomalzemeler için iyi bir uygulama alanıdır. Derideki bazı türlerin baskın olması veya gerilemesi ise akne, siğil, uyuz, dermatit ve sedef hastalığı gibi sorunlara yol açabilir. Bunların önlenmesi ve tedavisi için mikrobiyal tedaviler araştırılıyor. Çeşitli canlı organizmalar içeren deri yamaları, koruyucu pansumanlar ve jeller bu tür rahatsızlıkların tedavisi için kullanılıyor. Ayrıca kendiliğinden büyüyen biyofilmlerden de yara yaması ve doku yapıştırıcısı olarak faydalanılıyor. Böylece canlı biyomalzemeler sayesinde yaraların iyileşmesi ve hasarlı/kanamalı dokuların onarılması sağlanabiliyor.

Biyomedikal protez malzemeleri üzerine yapılan son çalışmalar, hücrelerdeki doku gelişimini teşvik edecek yeni malzemeler geliştirilmesine odaklanıyor. Fiziksel ve kimyasal uyaranlara tepki vererek hücresel mikro çevresini yeniden şekillendirebilen mikroorganizmalar içeren malzemeler doku yenilenmesini desteklemek için kullanılıyor.

Yenilenebilir ve Kişiselleştirilebilir İlaç Üretim ve Salım Malzemeleri

Mikroorganizmalar çeşitli tedavilerde kullanılan ilaçların üretilmesinde de kullanılabiliyor. İlaç üretecek şekilde geliştirilen mikroorganizmalar, ilaç dağıtım araçları olarak da programlanabiliyor. Böylece hedeflenen bölgede ihtiyaç duyulan ilaçların üretimi ve salımı sürdürülebilir bir şekilde gerçekleştirilebiliyor. Mikroorganizmaların belirli hastalık

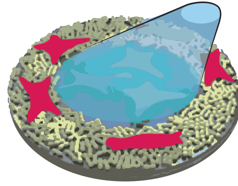


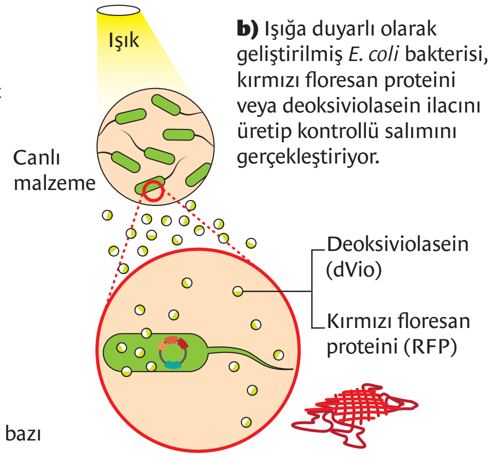
Biyojel tıbbi pansuman malzemesi üretimi. Jel yara kaplama malzemeleri tedaviyi destekleyici bileşenler içeriyor.

göstergelerine duyarlı olacak şekilde programlanması ile kişiselleştirilmiş tedavi yaklaşımı da destekleniyor.

Canlı biyomalzemeler üzerine şimdiye kadar yapılan tüm çalışmalar bu malzemelerin çok yönlülüğünü açık bir şekilde ortaya koyuyor. Elbette kullanılacak canlı biyomalzemelerin biyouyumluluk ve biyogüvenilirliğinin tam olarak sağlanması, tedavilerde güvenli bir şekilde kullanılabilmeleri açısından büyük önem taşıyor. Bu yeni teknolojiler önceki üretim yöntemleriyle erişilemeyen bir düzeyde kişiye özel biyomalzemeler üretilmesi anlamını da taşıyor. Laboratuvar çalışmaları ile geliştirilmiş akıllı ve canlı biyomalzemelerin faydalı bir ürün hâline dönüşebilmesi için disiplinler arası iş birliklerinin sürdürülmesi gerekli görülüyor. Bu sayede, yakın bir gelecekte yüksek teknoloji içeren biyomalzemelerin kişilerin yaşam kalitelerini artırmada daha da öne çıkması bekleniyor. ■

a) Canlı arayüzler, hücre içi ilaç dağıtımını ışığa duyarlı olarak kontrollü bir şekilde yapıyor.





b) Işığa duyarlı olarak geliştirilmiş *E. coli* bakterisi, kırmızı floresan proteini veya deoksiviolasein ilacını üretip kontrollü salımını gerçekleştiriyor.

Tedavi amaçlı olarak geliştirilen bazı ışığa duyarlı canlı malzemeler

Rodrigo-Navarro, A. ve ark., " Engineered living biomaterials", *Nature Reviews Materials*, 6, 1175-1190, 2021.

Kaynaklar

Ratner, B.D., Hoffman, A.S. ve ark, Introduction to Biomaterials Science: An Evolving, Multidisciplinary Endeavor, Editorler: Buddy D. Ratner, Allan S. Hoffman, Frederick J. Schoen, Jack E. Lemons, Biomaterials Science (Fourth Edition), Academic Press, 2020.

Montoya, C., Gianforcaro, A.L., Orrego, S., Yang, M., Lelkes, P.I., "On the road to smart biomaterials for bone research: definitions, concepts, advances, and outlook", *Bone Research*, 9:12, 2021.

Ratner, B.D., Zhang, G., A History of Biomaterials, Editor(s): William R. Wagner, Shelly E. Sakiyama-Elbert, Guigen Zhang, Michael J. Yaszemski, Biomaterials Science (Fourth Edition), Academic Press, 2020.

Rodrigo-Navarro, A., Sankaran, S. ve ark., " Engineered living biomaterials", *Nature Reviews Materials*, 6, 1175-1190, 2021.

Kowalski, P.S., Bhattacharya, C., Afewerki, S., Langer, R., "Smart Biomaterials: Recent Advances and Future Directions", *ACS Biomaterials Science&Engineering*, 4, 3809-3817, 2018.

Raghavendra, G.M., Varaprasad, K., Jayaramudu, T., Biomaterials: Design, Development and Biomedical Applications, Editorler: Sabu Thomas, Yves Grohens, Neethu Ninan, Nanotechnology Applications for Tissue Engineering, William Andrew Publishing, 2015.

Hudecki, A., Kiryczynski, G., Los, M.J., Biomaterials, Definition, Overview, Stem Cells and Biomaterials for Regenerative Medicine, Academic Press, 2019.

Tibbitt, M.W., Langer, R., "Living Biomaterials", *Accounts of Chemical Research*, 50, 508-513, 2017.

https://www.goconqr.com/mindmap/3683269/biomaterials-introduction-

Atıcı, T., Atıcı, E., Şahin, N., "Geçmişten günümüze cerrahi dikiş ipliklerinin tarihsel gelişimi", *Turkish Journal of Surgery*, Cilt 26, Sayı 4, s. 233-242, 2010.

Patel, N., Gohil, P., "A Review on Biomaterials: Scope, Applications and Human Anatomy Significance", *Internatinal Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, Cilt 2, s. 91-101, 2012.

https://www.nibib.nih.gov/sites/default/files/2020-06/Biomat%20Fact%20Sheet_0.pdf

http://w3.bilecik.edu.tr/metalurjivemalzeme/wp-content/uploads/sites/30/2019/02/B%C4%B0YOMALZEMELER-1.DERS-PINAR-UYAN-.pdf

Çetin, Ü., "Aşırı Atrofik Mandibulada Farklı İmplant Tasarımlarının 3 Boyutlu Sonlu Elemanlar Analizi ile Değerlendirilmesi", Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 2012.

Gürkan Caner Birer [*teknoyasam@tubitak.gov.tr*

Dijital Çoban

Hayvancılıkla uğraşanların en büyük sorunlarından birisi de sürülerin başında duracak bir çoban bulmak. Yeni Zelandalı Halter firması bu soruna çözüm olabilecek dijital bir çoban geliştirmiş. Hayvanların boynuna takılan akıllı yular sayesinde hayvanların uzaktan yönlendirilmesi mümkün olabiliyor. Üzerinde bulunan uydu haberleşme sistemi ve titreşim özelliğiyle hayvanın istenilen güzergâhta gitmesi sağlanabiliyor.

Güneş enerjisiyle çalışan akıllı yular telefondan kontrol edilebiliyor. İneklerin dijital çobana alışabilmesi için küçük bir eğitimden geçmesi gerekiyor. 4-5 günlük pratik eğitimden sonra inekler titreyen ve ses çıkaran yuların komutlarını öğreniyorlar. Önceden belirlenmiş sanal rotalar içerisinde hareket etmesi gereken inekler, eğer sınırlara yaklaşırsa yulardan çıkan bir sesle uyarılıyor. Eğer sınırın dışına çıkacak olurlarsa yular titremeye başlıyor. Bu sayede inekler nerede durmaları gerektiğini öğreniyorlar. Ayrıca dijital çoban, hayvanın ateşinin yükselmesi, fazla hareketli ya da sabit kalması gibi durumlarda da hayvan sahibine uyarı gönderiyor. Hayvanların harita üzerinde nerede olduğu, hangi bölgede kaç hayvan olduğu, nereye doğru hareket ettikleri gibi bilgileri mobil uygulama üzerinden görmek mümkün. Ayrıca mobil uygulama üzerinden hayvanlar beslenmeye, ahıra ya da süt sağımına yönlendirilebiliyor. Otlakların dengeli kullanımını sağlayan uygulamayla, hayvan başına düşen otlak alanı, hangi otlağın ne kadar süreyle kullanıldığı gibi bilgilere de ulaşılabiliyor. Uygulama hayvancılara haftada 20-40 saat arası zaman kazandırıyor. Ayrıca otlakların %10 daha verimli kullanılmasını sağlıyor. Geliştirilen sistemin hayvancılığın geleceği açısından ufuk açıcı olacağı düşünülüyor.



halterhq.com

Sessiz Konuşun

Bazen telefondan bir şeyler yazmak zor gelir ama ortam sesli konuşmak için de uygun değildir. Bu gibi durumlarda, ağız hareketleriyle telefona bir şeyler yazdırabilmek faydalı olabilir. SilentSpeller adındaki proje tam da bu sorunu çözmek için geliştirildi. Ağza takılan dişlik benzeri bir aparat sayesinde, ses çıkarmadan ama konuşur gibi yaparak metin yazmak mümkün. Dilin ve çenenin hareketlerine göre sözcükleri oluşturan sistem; harflerde %97, sözcüklerde ise %93 başarıyla çalışıyor. Georgia Teknoloji Enstitüsünden Prof. Thed Starner öncülüğünde geliştirilen proje, özellikle kütüphane gibi çok sessiz yerlerde veya ses duymanın mümkün olmadığı çok gürültülü yerlerde kullanılabilir. Şimdilik yazı yazmak için kablolu bir ağızlık kullanılsa da ileride kablosuz bir sürümünün geliştirilebileceği düşünülüyor. Google tarafından desteklenen projenin yakın zamanda ürüne dönüşmesi beklenmese de bu tür alternatif iletişim şekilleri özellikle engelli bireyler için hayli faydalı olabilir.

Öte yandan insanların sesleri nasıl çıkardığını merak ediyorsanız https://dood.al/pinktrombone sitesini ziyaret edebilirsiniz. Dil ve dudak hareketleri ile üfleme gücü gibi parametrelerle oynayarak farklı harfleri çıkarabilirsiniz. Anlamlı sesler çıkarmak zor olsa da projenin özellikle çocukların ilgisini çekeceğini düşünüyoruz.

Şifreli Emoji

Kimi zaman birisine attığınız mesajların başkaları tarafından okunmasını istemeyebilirsiniz. Böyle durumlar için her iki tarafın da özel uygulamalar kullanması gerekir. cryptoji.com bu soruna pratik bir çözüm getirdi. Siteye girip iletmek istediğiniz mesajı yazıyorsunuz sonra da istediğiniz bir gizli sözcükle şifreliyorsunuz. Site size emojilerden oluşan bir mesaj sunuyor. Bu emoji mesajını gönderdiğiniz kişi, tanımladığınız şifreyi kullanarak aynı adresten mesajınızı okuyabilir. Mesajı telefonunuzda okuyan diğer kişilerse sadece emojiler görür. Açık kaynak olan proje yazdığınız mesajları sadece sizin bilgisayarınızda tutuyor. Meraklı okurlarımız için biz de bir mesaj hazırladık, aşağıdaki emoji metnini TeknoYaşam şifresiyle çözerek mesajımıza ulaşabilirsiniz.

Bu arada 2021'de dünyada en çok kullanılan emoji, gülmekten gözleri yaşaran emoji olmuş. İlk emojiler, 90'ların sonunda Japon telekomünikasyon firması NTT Docomo çalışanı Shigetaka Kurita tarafından icat edildi. 2011'de Unicode şirketler birliği tarafından resmen tanınmasının ardından dijital dünyada hızla yaygınlaşan emojiler artık hayatımızın bir parçası.

1999'da ilk defa kullanılan emojiler

Eğer kullandığınız klavyede emoji yoksa endişe etmeyin. copychar.cc adresinden klavye ile yazması zor olan birçok sıra dışı karakteri bulabilirsiniz. Emojilere ek olarak hiyeroglifler, para birimleri, matematiksel notasyonlar ve çeşitli sembolleri bu sitede bulabilirsiniz.

Katı Hâldeki Piller



Günlük hayatta kullandığımız birçok elektronik ürün lityum iyon (Li-ion) pillerle çalışıyor. Bu piller, şarj edilebilir yapıları ve on yılı bulan kullanım ömürleriyle hayli başarılı ürünler. Ancak yine de elektrikli otomobiller ve taşınabilir akıllı cihazlar gibi yüksek enerji tüketen ürünler için istenilen performansı sunamıyorlar. Bu alanda birçok farklı çalışma yürütülüyor.

ABD'li SolidPower firmasınca geliştirilen katı hâldeki piller (solid state battery) 25 yıl kullanım ömrü, on kat daha yüksek kapasite ve çok daha güvenli kullanım imkânı vaat ediyor. Katı hâldeki pillerin içinde, geleneksel Li-ion pillerin aksine, sıvı elektrolit bulunmuyor. Yapılarında yarı iletkene benzer bir seramik kullanılan piller, katı elektrolit sayesinde daha düşük yangın riski ve daha uzun ömürlü kullanım imkânı sunuyor. SolidPower'ın bu özelliklere sahip piller için seri üretime geçmesi ise zaman alacak. Firma önümüzdeki beş yıllık süreçte elektrikli otomobillerde kullanılabilecek, mevcut pillerin iki katı kapasite sunabilecek ve %90 şarja ulaşması 10 dakika alacak bir pil geliştirmeyi hedefliyor. Sonrasında ise kapasitenin daha da artırılması amaçlanıyor.

Pil üretimine dönük yatırımlar her geçen gün artıyor. İsveç'te kurulan 60 GWh kapasiteli Northvolt pil fabrikası üretime başladı. Volvo, BMW ve Volkswagen gibi otomobil firmalarıyla toplamda 30 milyar dolarlık pil anlaşması yapan şirketin yılda bir milyon elektrikli araca yetecek kadar pil üretmesi bekleniyor. Benzer şekilde 2025'e kadar ABD'de 13 devasa pil fabrikasının açılması planlanıyor.

–

https://bit.ly/kati-pil
https://cnb.cx/34UEkAt
https://bit.ly/3nDYFk3

Hangi Dil?

Kimi zaman yabancı dilde konuşan birinin hangi dili konuştuğunu tahmin etmeye çalışırız. Bu konuda kendinizi geliştirmek isterseniz lingyourlanguage.com sitesini kullanabilirsiniz. Basit bir oyun olarak tasarlanmış sitede, birçok dildeki konuşma metinlerini dinleyip bunların hangi dilde olduğunu bulmaya çalışıyorsunuz. İster tek başınıza kendinizi sınayın, isterseniz de arkadaşlarınızla yarışın.



Bazı Faydalı Adresler

Time.is adresindeki siteyi ziyaret ederek dünyanın herhangi bir yerinde şu an saatin kaç olduğunu öğrenebilirsiniz. Türkçe desteği olan sitede ilgili yerin adını Türkçe yazarak arama yapabilirsiniz. Dünyanın farklı yerlerindeki kişilerle çevrim içi görüşme yaparken zaman zaman saat karmaşası yaşamamak için pratik bir çözüm.

Dünyada rüzgârın nereden nereye estiğini görmek isterseniz https://bit.ly/ruzgar-es adresini ziyaret edebilirsiniz. Küresel ölçekte rüzgâr esintilerini anlamak için çok eğlenceli bir site.

https://bit.ly/kus-gocu bağlantısından ulaşabileceğiniz etkileşimli haritada ise kuşların Avrupa'daki göç yollarını görebilir ve birbirleriyle kıyaslayabilirsiniz.

flightradar24.com sitesinden canlı hava trafik bilgilerine erişebilirsiniz. Uçak helikopter gibi hava araçlarının nereden kalkıp nereye gittiğini, geçmiş rotasını, hangi firmaya ait olduğunu, seri numarasını ve ilgili diğer bilgileri görebilirsiniz. Özellikle hava limanına gelip gelmediğini merak ettiğiniz yakınınızı beklerken FlightRadar24.com son derece faydalı olabilir. İsterseniz bunun için Android ve IOS mobil uygulamalarını da kullanabilirsiniz.

Eğer uçaklardan çok deniz araçları ilginizi çekiyorsa o zaman da marinetraffic.com adresini ziyaret edebilirsiniz. Harita üzerinden gemilerin rotasını, hızını, türünü ve onlara dair başka birçok bilgiyi gerçek zamanlı olarak takip etmek mümkün.

Işık kirliliği, dış ortam aydınlatması için kullanılan ışığın doğal hayata zarar verecek kadar fazla olması diye tanımlanabilir. Işık kirliliği insanlar üzerinde baş ağrısı, yorgunluk ve uykusuzluk gibi etkiler bırakırken doğal dengeyi bozmak, gök gözlemini zorlaştırmak ve enerji israfına yol açmak gibi olumsuz yönleri de var. Eğer bu konuda hassasiyetiniz varsa lightpollutionmap.info adresinden dünyadaki ışık kirliliği bilgisine ulaşabilirsiniz.







Bir YouTuber, NASA tarafından yayımlanan 78.000'den fazla güneş fotoğrafını düzenleyerek Güneş'in bir ayını gösteren bir video hazırlamış. Son derece etkileyici olan videoyu izlemek için https://youtu.be/joIPg887g1A adresini ziyaret edebilir ya da aşağıdaki kare kodu akıllı cihazınızdaki barkod okuyucuya okutabilirsiniz.



Topolojik Akışkanlar

Dr. Mahir E. Ocak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Topolojik malzemeler ile ilgili araştırmalar onlarca yıl boyunca sadece katı hâl ile sınırlı kalmıştı. Ancak son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar akışkanların da topolojik özelliklere sahip olabileceğini gösteriyor.



Topoloji ve Fizik

Topoloji geometrik nesnelerin ufak deformasyonlar altında değişmeyen özellikleriyle ilgili matematik dalıdır. Bir geometrik nesnenin yapısında ufak deformasyonlar yapıldığında topolojik özelliklerinde bir değişiklik olmaz. Örneğin Möbius şeridinde tek bir yüzey ve bu yüzeyi çevreleyen tek bir sınır vardır. Kesmeden ve koparmadan ufak deformasyonlar yaparak – örneğin uzatarak, genişleterek ya da bükerek- şeridin sahip olduğu yüzey ve sınır sayısını değiştiremezsiniz. Bu özellikler topolojiktir. İki boyutlu kapalı yüzeyler ise genus diye adlandırılan bir indekse göre sınıflandırılır. Genus kapalı yüzeydeki deliklerin sayısıdır. Örneğin bir simidin yüzeyinin ve bir kulplu bardağın yüzeyinin genus'ları 1'dir. Çünkü her ikisinde de sadece bir delik vardır. Yapacağınız ufak deformasyonlarla yüzeylerin genus'unu değiştiremezsiniz. Bir simidin yüzeyi ile bir kulplu bardağın yüzeyinin genus'larının aynı olması topolojik olarak birbirlerine denk oldukları anlamına gelir. Ufak deformasyonlar yaparak bir simidin yüzeyini bir kulplu bardağın yüzeyine dönüştürebilirsiniz.

Topoloji 1980'lerden sonra yoğun madde fiziğinde kendine yer bulmaya başladı. Topolojik malzemeler olarak adlandırılan, "ufak deformasyonlar karşısında korunan topolojik özelliklere" sahip malzemeler, yoğun madde fiziğinin en aktif araştırma alanları arasına girdi.

Yoğun madde fiziğinde keşfedilen ilk topolojik özellik, iki boyutlu yarı iletkenlerde elektron hareketleri ile ilgiliydi. İki boyutlu denilebilecek kadar ince bir yarı iletken katmanının başka iki yarı iletken arasına sıkıştırıldığını düşünelim. Bu malzemeye dışarıdan bir manyetik alan uygulandığında, iki boyutlu malzemenin gövde kısmında kalan elektronlar Lorentz kuvveti etkisiyle daire biçiminde hareket etmeye başlar. Malzemenin sınır bölgelerindeki elektronlarsa tam bir daireyi tamamlayamaz, kenarlardan sekip yarım daireler çizerek sınır boyunca yol almaya başlar. Bu iki boyutlu malzemenin gövdesi yalıtkan, kenarları ise iletken özellik gösterir. Yapısında ufak deformasyonlar yapıldığında malzeme bu özelliğini kaybetmez.





Möbius şeridinde tek bir yüzey ve bu yüzeyi çevrelen tek bir sınır vardır. Bu, ufak deformasyonlarla değiştirilemeyecek topolojik bir özelliktir.



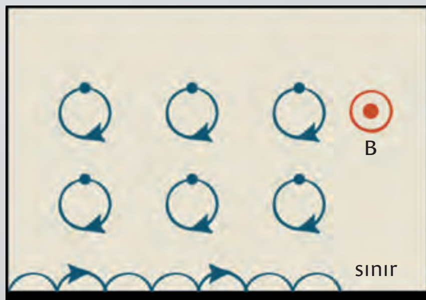


Genusu 1 olan çeşitli kapalı yüzeyler

Gövde kısmının yalıtkan, kenarlarınsa iletken olması; ufak deformasyonlar karşısında korunan topolojik bir özelliktir.

Topolojik özellikler genellikle çeşitli simetrilerin kırıldığı durumlarda ortaya çıkar. Kuantum Hall etkisi olarak adlandırılan bu süreçte de "zaman tersinme simetrisi" kırılır: Uygulanan manyetik alan nedeniyle elektron hareketi sadece "bir yönde" mümkündür. Başka bir deyişle, elektronların hareketi geri saçılmaya karşı korunaklıdır.

Klaus von Klitzing, kuantum Hall etkisini keşfi nedeniyle 1985 yılında Nobel Fizik Ödülü'ne layık görülmüştü. İlerleyen yıllarda topolojik özellikler ve malzemeler yoğun madde fiziği araştırmalarında giderek daha çok konu olmaya başladı. Yeni topolojik malzemeler, yeni topolojik özellikler keşfedildi.



Kuantum Hall Olayı:
İki boyutlu malzemenin gövde kısmındaki elektronlar, harici manyetik alanın etkisiyle dairesel hareket eder. Ancak sınır bölgesindeki elektronların hareketi tam bir daireyi tamamlayamaz. Zaman simetrisinin kırılmasının geriye doğru saçılmayı engellemesi, elektronların bir yönde mükemmel bir biçimde iletilmesini sağlar.

Topolojik Akışkanlar

Birkaç yıl öncesine kadar topolojik malzemeler üzerine yapılan tüm çalışmalar katı hâl ile sınırlıydı. Ancak 2017 yılında Brown Universitesinden John Brad Marston ile Lyon Üniversitesinden Pierre Delplace ve Antoine Venaille Dünya'nın okyanuslarını ve atmosferini meydana getiren akışkanları topoloji açısından incelemeye başlayınca durum değişti.

Ekvatoral Dalgalar

Okyanus sularında ve atmosferde Kelvin ve Yanai modları olarak adlandırılan sıra dışı özelliklere sahip dalgalar görülür. İlk olarak 1960'larda tanımlanan bu dalgalar, sadece Ekvator civarında ortaya çıkar ve her zaman doğuya doğru yol alırlar. Ayrıca El Nino gibi çeşitli iklim olaylarında rol oynayan bu dalgalar, dış etkenlere karşı dirençlidir ve kolay kolay yok olmazlar.

Kelvin ve Yanai modlarının ortaya çıktığı sistemlerle Hall etkisinin gözlemlendiği sistemler çeşitli biçimlerde birbirine benzer. İlk olarak, ince okyanus ve atmosfer katmanlarının elektronların hareket ettiği yarı iletkenler gibi yaklaşık olarak iki boyutlu olduğu söylenebilir. İkinci olarak, dalgaları taşıyan akışkanların hareketi yarı iletkenlerdeki elektronların hareketlerine benzer. Üçüncü olarak, akışkanlara etki eden Coriolis kuvveti, elektronlara etki eden Lorentz kuvveti gibi hareket yönüne diktir. Dördüncü olarak, Coriolis kuvveti de Hall etkisindeki manyetik alan gibi simetri kırılmasına yol açar.

Her bir topolojik özelliğe karşılık gelen bir tam sayı vardır. "İlk Chern indeksi" olarak adlandırılan bu sayı, özelliğin kaç farklı durumu ortaya çıkaracağı hakkında bilgi verir. Marston,

Delplace ve Venaille; Kelvin ve Yanai modlarının topolojik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmalarda, ilk Chern indeksini 2 olarak hesaplamışlar ve böylece karmaşık diferansiyel denklemler çözmekle uğraşmadan basit topolojik argümanlarla Ekvator'un iki ayrı tür tek yönlü dalgaya (Kelvin ve Yanai modlarına) ev sahipliği yapacağını göstermeyi başarmışlardı. Topolojik akışkanlar hakkında elde edilen bu ilk sonuçlar, topolojinin Dünya'nın ikliminde rol aldığını gösteriyordu.

Aktif Madde

Kendini ilerletmeyi başaran çeşitli birimlerden oluşan maddelere aktif madde denir. Doğada aktif maddelerin pek çok örneği vardır: kuş sürüleri, göç eden hücreler, bakteriyel süspansiyonlar, ...

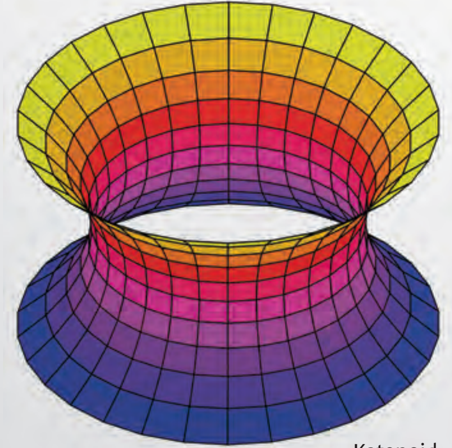
Biyolojik aktif maddelerden oluşan sistemler de çeşitli bakımlardan Hall etkisinin göründüğü sistemlere benzer. Biyolojik aktif maddeler genellikle ince ve kıvrımlı katmanlar içinde hareket ederler. Ayrıca, her ne kadar sistemdeki zaman tersinme simetrisini kıran, hareket yönlerine dik bir kuvvetin etkisinde olmasalar da kendilerini bir yönde ilerletmeyi başarmaları bu sistemlerde de zaman tersinme simetrisinin kırıldığı anlamına gelir.

Syracuse Üniversitesinden Cristina Marchetti ve öğrencileri, aktif akışın olduğu küre ve katenoid biçimli yüzeylerin ekvatorları civarında topolojik dalgalara ev sahipliği yapabileceğini buldular. Araştırmacılara göre, düzensizliklere ve geri saçılmaya karşı korunaklı bu dalgalar, aktif maddelerin içinde bilginin yüksek hızla aktarıldığı koridor işlevi görebilir.

Marchetti ve öğrencilerinin yaptığı çalışma; belirli bir aktif maddeyi ele almayan, genel ve soyut bir çalışmaydı. Ancak Harvard Üniversitesinden Suraj Shankar bilinen bazı aktif maddelerin zaten dalgalara ev sahipliği yaptığına dikkat çekti. Örneğin yaraların iyileşmesinde rol alan hücreler stres dalgalarını aktarıyor. Bu dalgaların dokunun ne şekilde büyüyeceğine kılavuzluk ettiği ve yara iyileşinceye kadar dokunun bütünlüğünün korunmasına yardımcı olduğu düşünülüyor. Yaralar genellikle vücudun kıvrımlı bölgelerinde ortaya çıktığı için yaraların iyileşmesinde rol alan stres dalgaları da topolojik özellikler taşıyor olabilir.

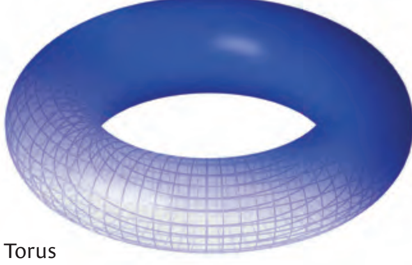
Bath Üniversitesinden Anton Souslov ve öğrencileri de aktif madde üzerine yaptıkları çalışmalarda, topolojik dalgaların sadece bir yönde geçebildiği arayüzler tasarlamanın mümkün olduğunu gösterdiler. Bu durumdan faydalanarak ses dalgalarını mükemmel bir biçimde soğuran ses geçirmez ara yüzler üretilebilir.


Küre

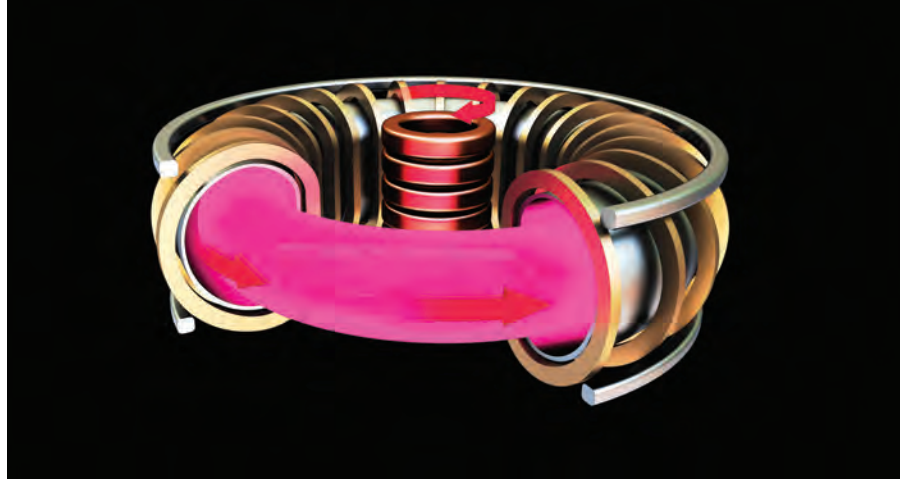

Katenoid

Plazma Dalgaları

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Lawrence Livermore Ulusal Laboratuvarında çalışan Jeff Parker, Marston'ın topolojik akışkanlar üzerine yaptığı çalışmalardan esinlenerek topolojiden plazmaların fiziği ile ilgili çalışmalarda da yararlanılabileceğini düşündü. Parker ile Marston, Harvard Üniversitesinden Ziyan Zhu ve Leeds Üniversitesinden Steven Tobias ile birlikte yaptıkları bir çalışmada, manyetik alanlarla



Torus



Tokamak olarak adlandırılan füzyon reaktörlerinin bir betimlemesi

silindir biçimli bir hacmin içine hapsedilmiş plazmayı ele aldılar. Araştırmacıların sistemin topolojisini inceleyerek elde ettiği sonuçlar, plazmanın bulunduğu hacmi çevreleyen yüzeyde topolojik elektromanyetik dalgaların ortaya çıkacağını gösterdi. Bu kuramsal tahminlerin ne ölçüde doğru olduğu ise henüz deneylerle test edilmedi.

Günümüzde tokamak olarak adlandırılan cihazlar üzerine bilimsel çalışmalar yapılıyor. Manyetik alanlarla plazmayı torus biçimli bir hacmin içine hapseden bu cihazlarda, füzyon tepkimeleriyle enerji üretilmesi planlanıyor. Parker, Marston ve Tobias; ABD'deki Los Alamos Ulusal Laboratuvarından Joshua Burby ile birlikte tokamakları da topolojik açıdan incelediler.

Elde ettikleri sonuçlar, yüzeyde manyetik alanın yön değiştirdiği sınır bölgelerinin topolojik dalgalara ev sahipliği yapabileceğini gösteriyor.

Günümüzde tokamaklar plazmayı en fazla birkaç saat hapsetmeyi başarabiliyor. Acaba gelecekte tokamaklarda topolojik olarak korunaklı füzyon reaksiyonları gerçekleştirmek mümkün olabilir mi? Araştırmacılar şu an için bunun mümkün olmadığını ancak topolojik akışkanlar hakkındaki bilgilerimiz arttıkça bu hedefe daha çok yaklaşılacağını düşünüyorlar.

Son elli yıl içinde yoğun madde fiziğinde yaşanan en önemli gelişmelerden biri topolojik malzemelerin keşfidir. 1985-2016 döneminde topolojik malzemeler ile ilgili çalışmaların üç kez Nobel Fizik Ödülü ile onurlandırılması da bunun bir göstergesidir. Geçmişte topolojik malzemelerle ilgili araştırmalar sadece katı hâl ile sınırlı iken son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalar akışkanların da topolojik davranışlar sergilediğini gösteriyor. Gelecekte topolojik akışkanlar üzerine yapılacak çalışmalar, sağlıktan enerji üretimine kadar pek çok alanda önemli gelişmelere yol açabilir. ■

Kaynaklar

Cartwright, Jon, "It's topology, naturally", *Physics World*, https://physicsworld.com/a/its-topology-naturally/, 2021.
Delplace, P., ve ark., "Topological origin of equatorial waves", *Science*, Cilt 358, s. 1075, 2017.
Shankar, S., ve ark., "Topological sound and flocking on curved surfaces", *Physical Review X*, Cilt 7, s. 031037, 2017.
Baardink, G., ve ark., "Complete absorption of topologically protected waves", *Physical Review E*, Cilt 104, s. 14603, 2021.
Perrot, M., ve ark., "Topological transition in stratified liquids", *Nature*, Cilt 15, s. 781, 2019.
Parker, J. B., ve ark., "Topological gaseous plasmon polariton in realistic plasma", *Physical Review Letters*, Cilt 124, s. 195001, 2020.
Parker, J. B., ve ark., "Nontrivial topology in the continious spectrum of a magnetized plasma", *Physical Review Research*, 2, s. 33425, 2020.

DÖNGÜSEL EKONOMİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Doç. Dr. Yener Coşkun [*SPK Başuzmanı, TED Üniversitesinde Konuk Öğretim Görevlisi*
Dr. Esra Alp Coşkun [*Doktora Sonrası Araştırmacı, ODTÜ İİBF İktisat Bölümü*

COVID-19 salgını insanlığın düşünüş ve hareket tarzını derinden etkiledi. Kavramların yeniden gözden geçirilmesine, hatta yeni koşullar çerçevesinde yeniden tanımlanmasına öncülük etti. İktisat biliminde önemli bir yeri olan "kaynakların kıtlığına karşın isteklerin sınırsızlığı" durumunun üretim-tüketim döngüsü içinde neden olduğu yıkıcı çevresel sonuçlar, COVID-19 süreci ile birlikte aslında bir yol ayrımına geldiğimizi söylüyor. Son yıllarda birçok ülkede ortaya çıkan çevresel felaketler, iklim krizinin yeni ekonomik düşüncenin merkezinde olması gerektiğini gösteriyor. Gelişmiş ekonomilere sahip ülkelerde, özellikle son 20 yıldır, ekonomide başarının ölçütü olarak ekonomi ve refah seviyesindeki hızlı büyümenin değil, çevreye duyarlı ve makul bir büyümenin esas olması gerektiği tartışılıyor. Bu yaklaşım ekseninde gelişen çok sayıda yenilikçi sosyoekonomik ve sosyopolitik düşünce var. Bunlardan biri de döngüsel ekonomi. Bu yazıda temel hatlarıyla döngüsel ekonominin ne olduğunu, hangi kavramlarla ilişkili olduğunu ve gündelik yaşamımızda neleri değiştirmeye aday olduğunu kısaca tartışmaya çalışacağız.





Kaynaklar Gelecek Kuşaklar İçin Yeterli Olacak mı?

18. yüzyılda yaşamış İngiliz düşünür ve iktisatçı Thomas Malthus, gıda kaynakları aritmetik oranda artarken nüfusun geometrik oranda artmasının gıda krizine neden olacağını ileri sürmüştü. Malthus'a göre, arazi arzındaki kısıt, artan nüfusu besleyecek kadar üretim yapılamamasına yol açabilirdi. 19. ve 20. yüzyıldaki gıda krizleri kitlesel ölüm ve göçlerin ortaya çıkmasına neden oldu. Ancak tarımsal üretim teknolojisindeki gelişmeler ve dünya nüfusunun bugün ulaştığı nokta, Malthus'un teorisinin doğru olmadığını gösterdi. Ne var ki, I. Sanayi Devrimi'nden Endüstri 4.0'a kadar uzanan neredeyse 250 yılı aşan kalkınma yolculuğu, insanlığı büyük bir zenginliğe kavuştursa da dünyanın ekolojik sistemini fazlasıyla yıprattı.

Bugün gelinen noktada, insanlığın muazzam nüfus artışını besleyecek kadar üretim yaptığı ama bu durumun dünyanın geleceği ile ilgili kaygıları sona erdirmediği görülüyor. Giderek tükenen kaynaklar, azalan biyoçeşitlilik ve artık gündelik hayatımızda bile etkilerini hissettiren küresel iklim riskleri bu kaygıların hiç de yersiz olmadığını gösteriyor. Peki, gelecek kuşaklardan miras aldığımız dünyayı nasıl ayakta tutabiliriz?

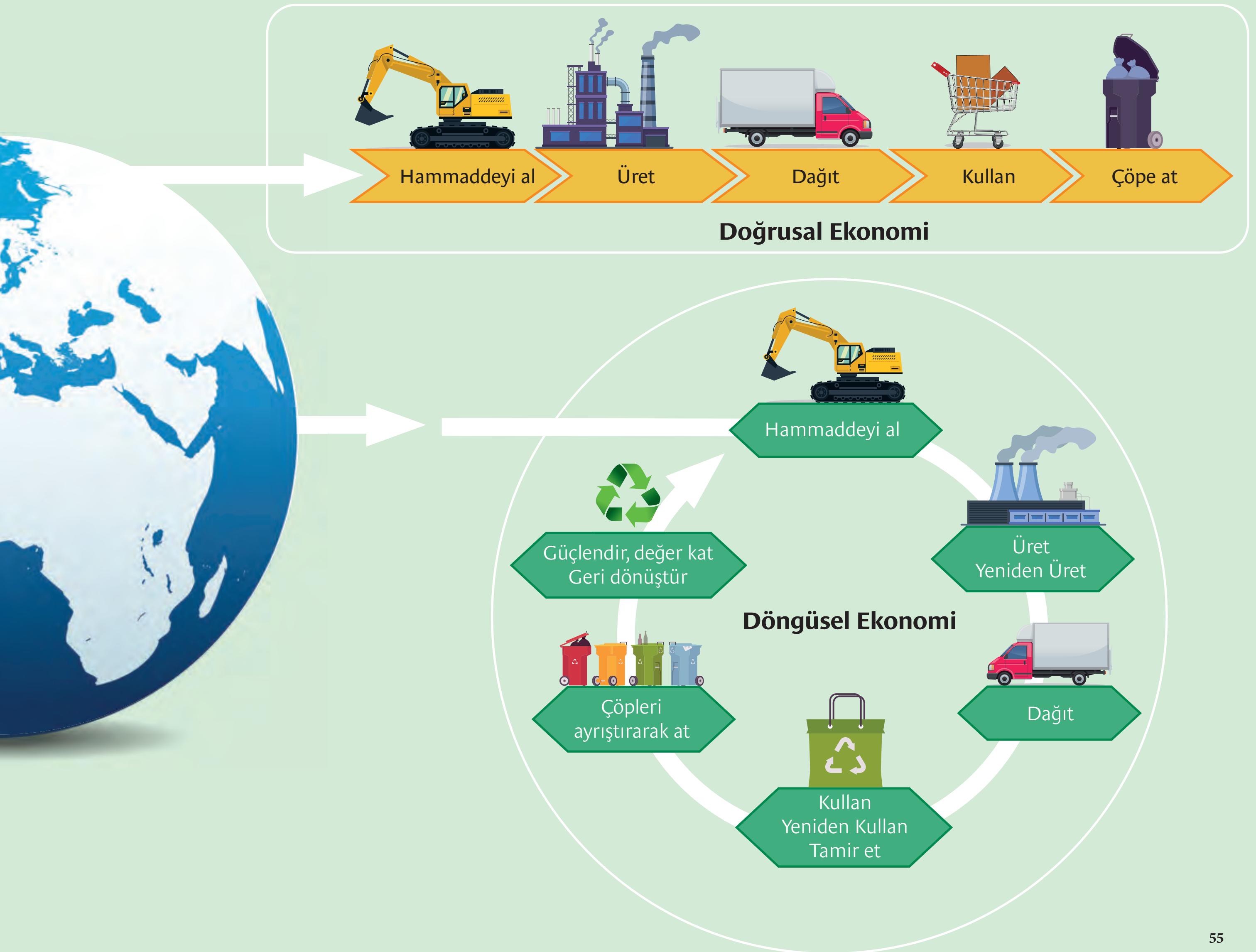
Doğrusal Ekonomi ve Döngüsel Ekonomi

Son yıllarda sürdürülebilir ekonomi alanında öne çıkan başlıca kavramlar, geleneksel kavramları daha "yeşil" bir içeriğe kavuşturmayı amaçlıyor. 2016 yılında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'nın (UNDP) sürdürülebilir kalkınma hedefleri, hem insana ve doğaya saygılı hem de daha eşitlikçi bir dünya tasarımının genel çerçevesini ortaya koyuyor. Döngüsel ekonomi kavramı da bu yeni ekonomik tasarımı tanımlayan unsurlar arasında yer alıyor.

Döngüsel ekonomi kavramını önce zıddı ile tanımlamaya çalışalım. Geleneksel ekonomik modellere "doğrusal ekonomi" deniyor. Kâr

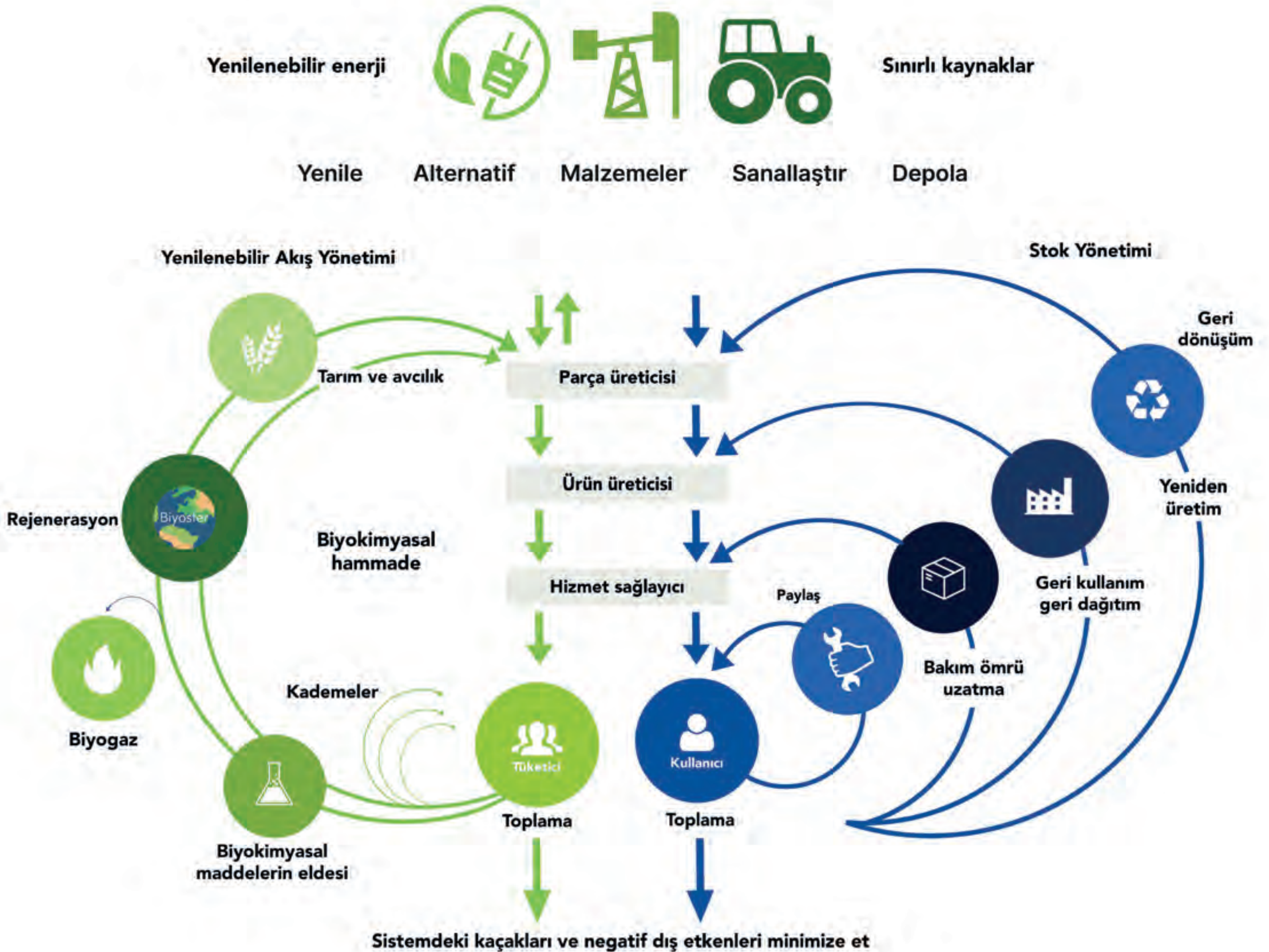
odaklı ve üretim etkinliğinin öncelendiği doğrusal ekonomi modelinde, çevresel kaygıların ön planda olmadığı bir üretim tasarımı ve süreci var. Dolayısıyla bugün yaşadığımız çevresel sorunlar, aslında doğrusal ekonomi anlayışının sonuçları. Doğrusal ekonomi, kaynakları geri dönüştürülemez biçimde kullanan bir anlayışa sahip. Diğer bir deyişle, kârı özelleştirirken maliyeti sosyalleştiren doğrusal ekonomi, küresel ısınmanın da başat sorumlusu olarak görülüyor. Döngüsel ekonomi ise meselenin yalnızca üretmek olmadığını söylüyor. Üretimin tek ve mutlak amaç olmaması, 1970'lerden beri gelişen çevresel duyarlılığın bir sonucu aslında. Döngüsel ekonomi; ürün, malzeme ve kaynakların değerlerinin olabildiğince sürdürülebildiği, atık miktarının asgariye indirildiği bir ekonomik yapı olarak tanımlanıyor. Bu yaklaşım, Avrupa Birliği'nin (AB) sürdürülebilir, düşük karbon içerikli ve kaynakların etkin kullanıldığı (yeni) rekabetçi ekonomik anlayışına esas oluşturuyor. Bu noktada asıl sorulması gereken, döngüsel ekonominin yaygınlığının ve etkinliğinin nasıl artırılabileceği.

Doğrusal ve Döngüsel Ekonominin Farkı



Döngüsel Ekonominin Etkinliğini Nasıl Artırabiliriz?

Sosyal sorumluluk bilinci olan bireylerin ve şirketlerin döngüsel ekonomik gelişmeyi destekleyeceğine şüphe yok. Bilinçli tüketicilerin karar alma süreçlerinde uygulayacağı tüketim disiplini, şirketlerin de sonunda sosyal sorumluluk bilinci içinde hareket etmesine neden olabilir. Basit gibi görünse de market raflarında kapladığı hacim giderek artan gezen tavuk yumurtasının veya genel olarak bütün canlılara saygılı şekilde üretilmiş tarımsal ürünlerin daha fazla talep görmesi aslında döngüsel ekonomik anlayışın yansımaları. Etik finansal yatırım anlayışında son 20 yılda ortaya çıkan gelişmeler de sonunda ESG (environmental, social, governance: çevresel, sosyal ve yönetişim) notu olan finansal ürünlerin gelişmesine neden oldu. Artık ESG notu olan halka açık şirketlerin hisse senetleri dünyada trilyonlarla ifade edilen

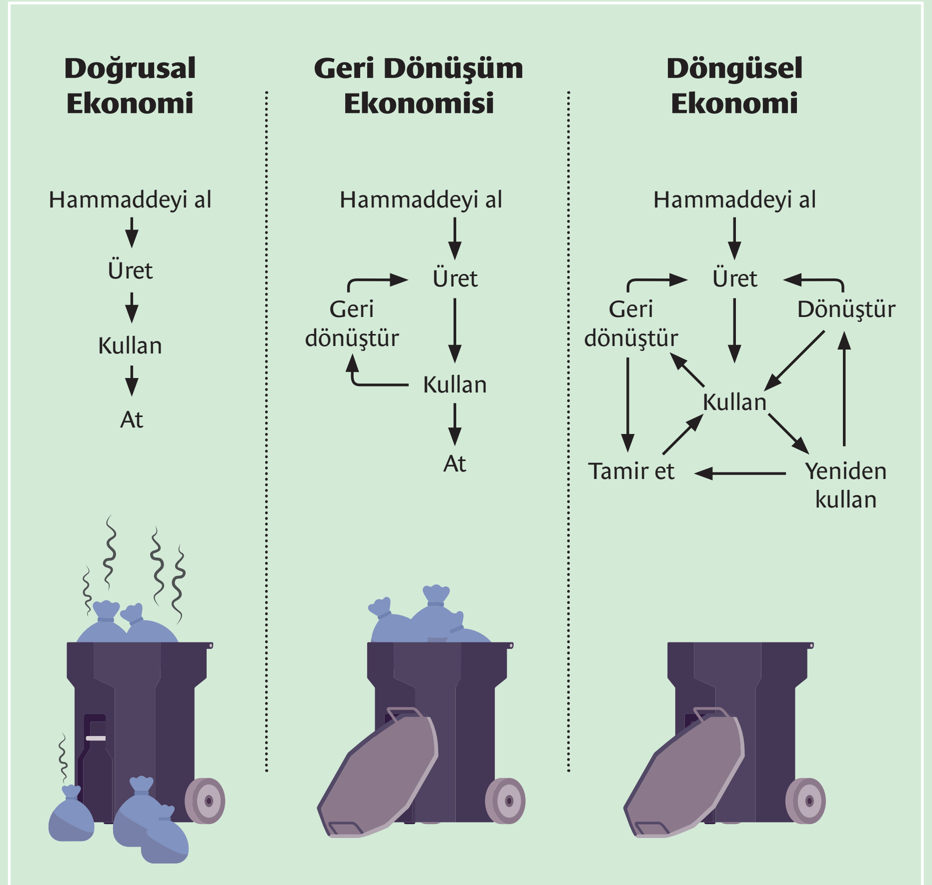


bir portföy büyüklüğüne sahip. Döngüsel ekonominin gelişmesini destekleyecek diğer önemli unsur ise devletlerin bu işe sahip çıkması. Uzmanlar ekolojik-çevresel-endüstriyel ekonomi kavramlarının döngüsel ekonomide öne çıktığını belirtiyor ve döngüsel ekonomi uygulamasındaki başarının ancak tüketiciler, şirketler ve devletlerin ortak çalışmasıyla mümkün olabileceğinin altını çiziyor.



Daha Döngüsel Bir Ekonomi İçin AB, ABD ve İngiltere'nin Hedefleri

Döngüsel ekonomiye geçişin kültürel boyutlarının bulunduğuna şüphe yok. Sanayi Devrimi'ni tecrübe etmiş bütün ülkeler, doğal hayatı az ya da çok tahrip ederek çevre bilincine eriştiler. Bu yüzden döngüsel ekonomiye geçişte kuralların devletler tarafından belirlenmesi hem bilincin gelişmesine katkı sağlayacak hem de geçiş sürecini hızlandıracak önemli bir faktör. Döngüsel ekonomiye geçiş sürecinde Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) yeterli bir ivmeye sahip olmadığı tartışılırken AB döngüsel ekonomiye geçiş eylem planının ilk aşamasını 2019'da tamamladı ve yeni eylem planını 2020'de kabul etti. Bununla birlikte, İngiltere döngüsel ekonomiye geçiş süreci kapsamında ilan ettiği "25 Yıl Çevre Planı" ile temiz büyüme stratejisini ve 2050 yılına kadar "sıfır kaçınılabilir atık" politikasını benimsediğini duyurdu.





Döngüsel Ekonomi ve Türkiye

Ülkemiz üretim gücündeki artışla birlikte hammadde ve enerji tüketimini de giderek artırıyor. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) sürdürülebilir kalkınma göstergeleri verilerine göre, 2000'li yıllarda ülkemizde hammadde tüketimi 500 milyon ton iken bu değer 2010'lu yıllarda hızla yükselerek 900 milyon tonu aşmış ve yaklaşık iki katına çıkmıştır. Öte yandan, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası'nın "Enerji Görünümü 2020" başlıklı raporunda, ülkemizin yenilenebilir enerji kaynaklarını giderek daha etkin kullandığına ilişkin şu görüşler yer alıyor: "2005 yılından itibaren yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam kurulu güçteki payı yükseliş göstermiştir. 2005 yılında %33 seviyelerinde olan yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten santrallerin kurulu güçteki payı, 2019 yılında %49,1 seviyesine yükselmiştir. 2019 yılı sonunda toplam 44,8 GW'a ulaşan yenilenebilir üretim tesislerinin %63,7'si hidroelektrik santrallerden (HES), %17'si rüzgâr enerjisi santrallerinden ve %13,4'ü güneş enerjisi santrallerinden oluşmuştur."



Bununla birlikte, ülkemizde döngüsel-doğrusal ekonomi tartışması ve hedefleri (2019-2023 yıllarını kapsayan) On Birinci Kalkınma Planı'nda (Plan) açıkça ifade edilmemiş olsa da döngüsel ekonomiyi destekleyen yalın üretim, temiz üretim ve enerji verimliliği gibi çeşitli kavramlara Plan'da yer verildiğini söyleyebiliriz. Ülkemizin Paris İklim Antlaşması'nı imzalaması da döngüsel ekonominin içselleştirilmesi için son derece önemli bir adım olarak görülebilir. İş dünyasının döngüsel ekonomiye yönelik yaklaşımını da sınırlı sayıdaki güncel kaynak çerçevesinde değerlendirmek mümkün. Örneğin, Hedefler İçin İş Dünyası Platformu ve D-cube Döngüsel Ekonomi Kooperatifi tarafından 2020 yılında yayımlanan "İşletmeler için Döngüsel Ekonomi Rehberi" başlıklı çalışmada başarılı bir döngüsel ekonomi uygulaması için önerilere ve ülkemizden çeşitli iyi uygulama örneklerine yer

verildi. Öte yandan, TÜSİAD tarafından 2021 yılında yayımlanan "Avrupa Yeşil Mutabakatı Döngüsel Ekonomi Eylem Planı Türk İş Dünyasına Neler Getirecek?" başlıklı raporda da AB'nin Yeşil Mutabakat ve Döngüsel Ekonomi Eylem Planı çerçevesinde ülkemiz iş dünyasında ortaya çıkabilecek yenilikler sektörel ölçekte ayrıntılı biçimde incelendi.

Döngüsel Ekonomi İçin Hedefler

İnsanı ve doğayı dışlayan kalkınma ve büyüme hedeflerinin ortaya çıkardığı uzun sanayileşme serüveni, sonunda bütün dünyayı şairin (Özdemir Asaf) "bütün renkler aynı hızla kirlendi" dediği noktaya getirdi. Çevreye yeterince duyarlı olmayan geleneksel üretim süreçlerinin yerini, etkin kaynak kullanımı ve çevresel duyarlılığın ön planda olduğu döngüsel ekonomik anlayışa bırakması artık kaçınılmaz bir gerçek olarak karşımızda duruyor. Tüm dünya ile birlikte ülkemizde de daha döngüsel bir ekonomiye geçişin nasıl olacağı sorusu, önümüzdeki yıllarda en fazla konuşulacak konuların başında geliyor. Artık büyük kalkınma hedeflerinin çevresel duyarlılık ile daha fazla bütünleşmesinin zamanı gelmiş gibi görünüyor. ■



Kaynaklar

https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals.html

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0614 (10.11.2021).

Antikainen, R., Lazarevic, D., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: origins and future orientations. In Factor X (pp. 115-129). Springer, Cham.

https://www.reusablepackaging.org/insights/circular-economy-legislation-the-international-experience/

https://ec.europa.eu/environment/topics/circular-economy/first-circular-economy-action-plan_en

https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-sektor-gorunumu-2020.pdf

https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/On-Birinci-Kalkinma-Plani.pdf

https://www.business4goals.org/wp-content/uploads/2021/03/%C4%B0sletmeler-icin-Dongusel-Ekonomi-Rehberi.pdf

https://tusiad.org/tr/tum/item/10792-avrupa-yesil-mutabakati-dongusel-ekonomi-eylem-plani-turk-i-s-dunyasi-na-neler-getirecek-raporu-tanitildi ; https://kompozit.org.tr/wp-content/uploads/2021/06/tusiad-dongusel-ekonomi-raporu-haziran-2021.pdf

Mesut Erol [merak.ettikleriniz@tubitak.gov.tr

Kutup Denizlerindeki Balıklar Neden Donmaz?

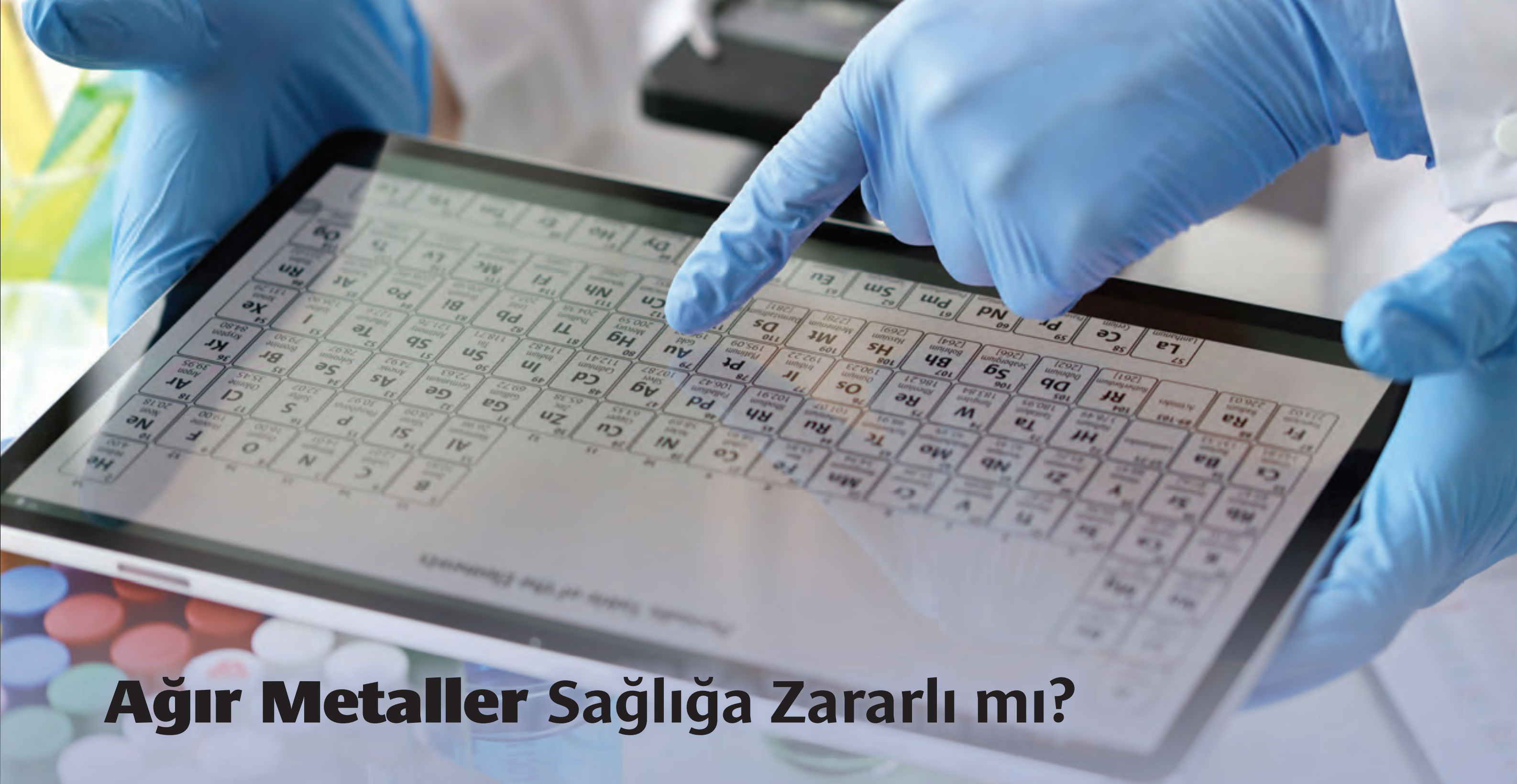
Su içerisinde çözünen maddeler suyun donma noktasını düşürür. Örneğin, herhangi bir balığın vücudundaki çözünmüş maddeler, vücut sıvılarındaki suyun donma noktasını -0,9 °C'a kadar düşürebilir. Oysa kutup denizlerinin sıcaklığı ortalama -1,8 °C civarındadır ve normal bir balığın kutup denizlerinde donması beklenir. Ancak kutup bölgelerindeki deniz suyunda çözünmüş tuz miktarı, balık vücudundaki çözünmüş madde miktarının iki katı civarında olduğu için donma noktası -1,9 °C'a kadar düşer.

Kutup bölgelerinde yaşayan balıklar sahip oldukları özel proteinler sayesinde yaşama tutunur. Örneğin, Antarktika'yı çevreleyen Güney Okyanusu'nun sığ sularında; yüzeydeki deniz buzuyla deniz tabanında büyüyen buz kristalleri arasında yaşayan Notothenioidei alt ailesine ait bazı balık türleri, antifriz proteinleri (AFP) adı verilen özel moleküller yardımıyla donmamayı başarır. Normal şartlarda bu balıkların yuttukları buzlu deniz suyu yüzünden vücutlarına giren mikroskobik buz kristallerinin büyümesi beklenir. Keskin çıkıntılara sahip buz kristalleri tüm dokular için tehlike oluşturur. Ancak antifriz proteinleri, buz kristallerinin yüzeylerine tutunarak çevredeki su moleküllerinin kristale katılmasını engeller. Bu sayede buz kristallerinin büyümesinin önüne geçilir. Bilim insanları, proteinler sayesinde dizginlenerek mikroskobik boyutta tutulan kristallerin etkisiz hâle getirilmesi için dalağa gönderildiğini düşünüyor.

Antifriz proteinleri kutuplarda yaşayan balıkların vücutlarında donma noktasını, okyanus suyunun donma noktasının neredeyse 1 °C altına, -2,7 °C'a çekerek dondurucu sularda güvenle yaşamalarını sağlıyor. Bu proteinlerden yola çıkılarak üretilen donma engelleyici (antifriz) maddelerin, aynı derişimdeki geleneksel antifrizlere kıyasla 300 kata kadar daha etkin olduğu belirtiliyor. Bazı dondurma üreticileri, buzlukta bekleyen dondurmalarda buz kristallerinin büyümesiyle oluşan nahoş görüntünün önüne geçmek için balıklardaki antifriz proteinlerinin benzerlerini kullanmaya başladı bile. Yakın gelecekte nakil için bekletilen organlarda da bu proteinlerden faydalanılacağı düşünülüyor.

Kaynaklar

nsf.gov/pubs/1996/nstc96rp/sb3.htm
Olijve, L. L. C., Meister, K., DeVries, A. L., Duman, J. G., Guo, S., Bakker, H. J., & Voets, I. K. (2016). Blocking rapid ice crystal growth through nonbasal plane adsorption of antifreeze proteins. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(14), 3740–3745.
wired.com/2010/08/arctic-fish-antifreeze



Ağır Metaller Sağlığa Zararlı mı?

"Ağır metal" kavramı üzerinde uzlaşılmış bir tanım bulunmuyor. Örneğin; ekolojide besinlerdeki toksik birikimi ve çevreye zararlı kimyasalları ifade etmek için kullanılan bu kavram, metalürjide bir yoğunluk kategorisi olarak değerlendirilebiliyor. Fizikte ise elementler atom numaralarına göre ağır metal olarak ifade edilebiliyor. Kimya ve biyolojide sınıflandırma maddelerin kimyasal davranışına göre yapılabiliyor. Gündelik kullanımdaysa ağır metal kavramı genelde zehirli ya da sağlığa zararlı maddeler anlamıyla karşımıza çıkıyor. Birçok bilimsel yayında ağır metaller, yoğunluğu 5 g/cm^{3}ün üzerindeki metal ve yarı metalleri içerecek biçimde tanımlansa da tüm bu sınıflandırma farklılıkları anlamlı bir kesişim kümesi oluşturmaya engel oluyor. Bu yüzden Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği (International Union of Pure and Applied Chemistry - IUPAC) yayımladığı bir raporda ağır metal kavramını "anlamsız ve yanıltıcı" olarak değerlendiriyor. IUPAC'ın bu ifadesini değerlendirmek için çeşitli branşlarda ağır metal olarak tanımlanan rastgele seçilmiş birkaç metalin insan sağlığı üzerindeki etkilerine bakabiliriz.

Yaygın kullanımdaki olumsuz anlamı hiç hak etmeyen bir metalle başlayabiliriz: demir. Oksijenin vücut dokularımıza taşınması, alyuvarlarımızda bulunan hemoglobin proteininde bulunan hem adlı molekül sayesinde gerçekleşir. Bu da hem molekülünün merkezindeki demir atomunun oksijen molekülüne bağlanmasıyla mümkün olur. Bir diğer ağır metal olan altınsa oldukça kararlı bir elementtir. Yani genelde diğer maddelerle tepkimeye girmez. Bu özelliği sayesinde vücudumuzdaki dokularla herhangi bir şekilde etkileşmeden sistemimizi terk eder.

Öte yandan, bazı ağır metallere atfedilen sağlığı olumsuz etkileme yakıştırması da temelsiz değildir. Örneğin kurşun atomları, beynimizdeki nöronların birbirlerine ilettiği sinyalleri engelleyebilir ya da gerekmeyen durumlarda sinyal iletilmesine neden olabilir. Bu da beynin veri işlemesinde zorluklara ve davranışlarımızda çeşitli değişikliklere yol açabilir. Cıva elementinin de bazı formları merkezi sinir sistemimizde birikerek ciddi sağlık sorunlarına sebep olabilir. Bununla birlikte, bu metaller vücudumuzda belirli düzeylere kadar tolere edilebilir.

Örneklerden de anlaşılabileceği üzere, farklı tanımlamaların birçoğunda ağır metal sınıfına dâhil edilebilecek bu maddeler; insan vücudu için vazgeçilmez, etkisiz ve tehlikeli ekseninde geniş bir yelpazede bulunabiliyor. Bu yüzden, ağır metallerin sağlık üzerindeki etkisi hakkında bir yargıda bulunmadan önce hangi bilim alanında bahsi geçtiği ve dozu hakkında bilgi sahibi olmak gerekiyor.

Kaynaklar

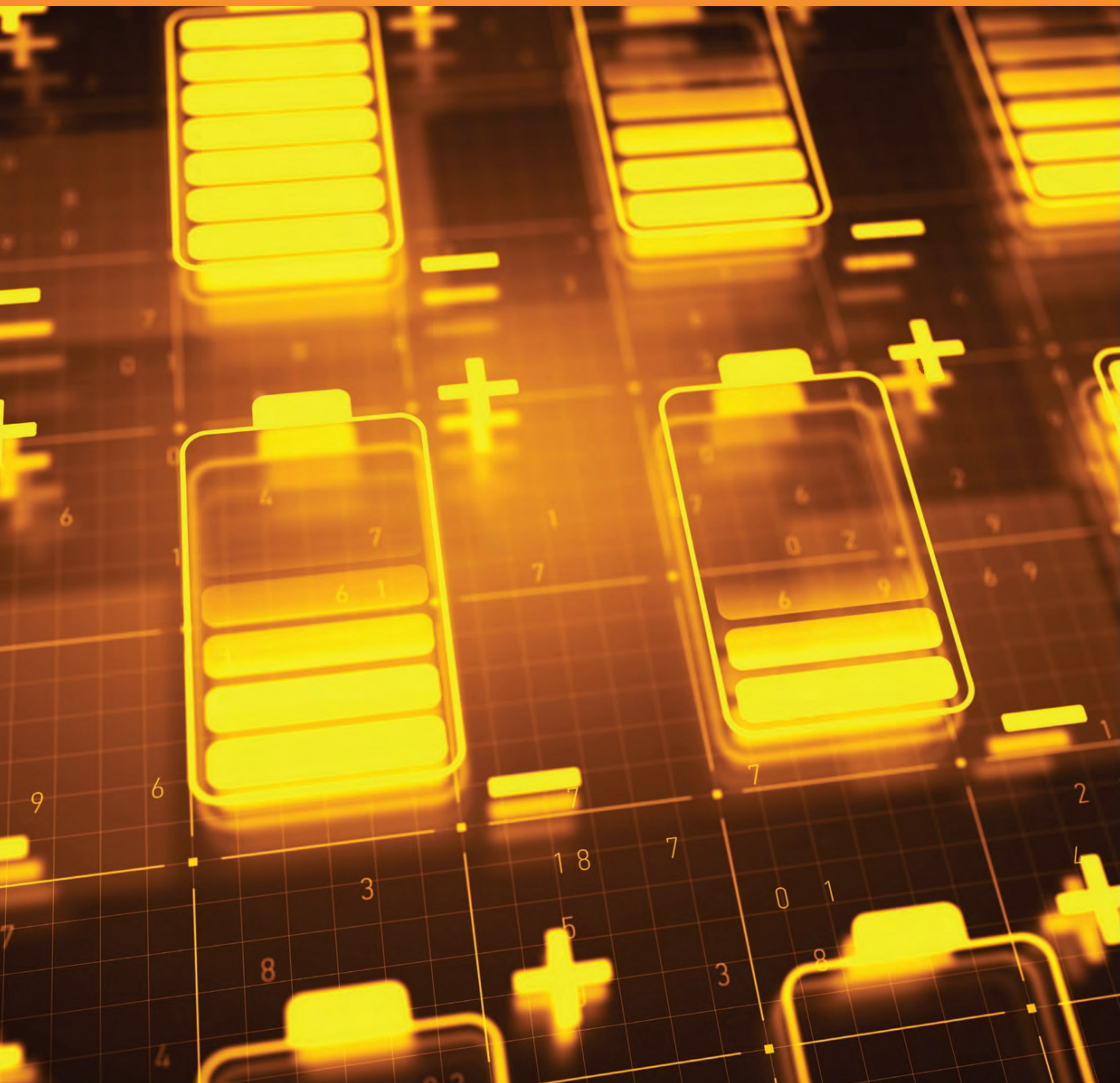
Duffus, J. H. (2002) "Heavy metals" a meaningless term? (IUPAC Technical Report), *Pure Appl. Chem.* 74(5), 793-807.
ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6887782
thoughtco.com/what-is-a-heavy-metal-608449

GELECEĞİN YAKITI LİTYUM

Doç. Dr. Nuray Karapınar [*Maden Mühendisi, MTA*

2019 Nobel Kimya Ödülü lityum iyon pillerin geliştirilmesi için yürütülen çalışmalara verilmişti. Lityum iyon pillerin şarj edilebilmesi cep telefonları ve dizüstü bilgisayarlar gibi taşınabilir elektronik cihazların önünü açtı. Elektrikli arabalarda da güç kaynağı olarak kullanılan ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen enerjinin depolanmasını sağlayabilen bu teknoloji sayesinde fosil yakıtlardan arınmış bir dünya artık mümkün.

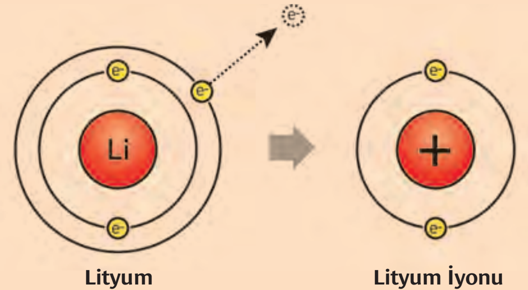




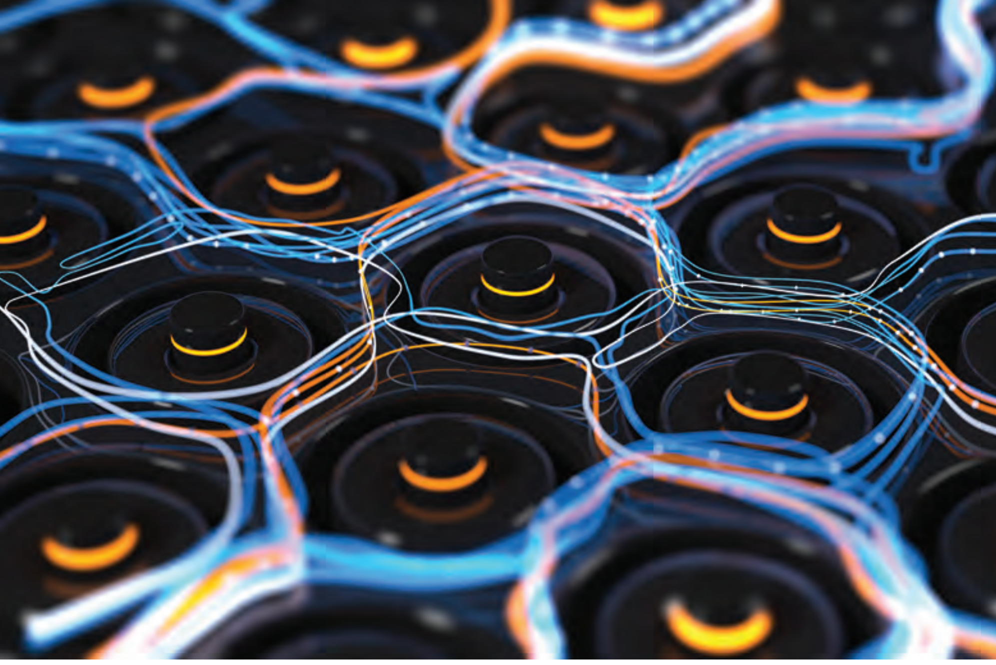
Lityumun Özellikleri

Lityum (Li) periyodik tablodaki 1A grubunun ilk elementi, periyodik tablonun da üçüncü elementi olan alkali bir metaldir. En hafif metal olan lityumun yoğunluğu sadece 0,532 g/cm³tür, bu yüzden su üzerinde kolaylıkla yüzebilir. Ayrıca bıçakla kesilebilecek kadar da yumuşak bir metaldir. Lityumun Mohr skalasına göre sertliği 0,6’dır, bu özelliğiyle talktan bile daha yumuşaktır (Mohr skalasına göre en yumuşak mineral talk olup sertlik değeri 1 ile gösterilir). Lityum karbon ve sodyumdan daha sert (her ikisinin de sertliği 0,5), kurşundan (sertliği 1,5) ise daha yumuşaktır. Taze kesilmiş yüzeyleri metalik gümüş parlaklığına sahip olsa da hava ile temas ettiğinde çabucak mat griye dönüşür. Lityum 3,56 J/gK ısı kapasitesi ile katı elementler arasında en yüksek ısı kapasitesine sahiptir. Alkali metaller arasında en fazla polarize olan elementtir. Ayrıca elektronegativitesinin hidrojenden daha büyük olması sebebiyle kimyasal enerjiyi etkin bir şekilde biriktirebilir. Lityum atomunun dış yörüngesinde tek bir değerlik elektronu bulunur ve bu elektronu serbestçe vererek kolayca bileşik oluşturabilir. Diğer bir deyişle, oldukça reaktif bir elementtir ve bu yüzden doğada saf metal hâlde bulunmaz. Lityum doğada ancak mineraller ve tuz bileşikleri hâlinde bulunur, kolayca tepkimeye girmesi nedeniyle de normalde yağ altında depolanır.

Lityumun ilginç bir özelliği de görünür kozmolojik tutarsızlığıdır. Çünkü lityum, hidrojen ve helyumun yanı sıra Büyük Patlama sırasında oluşan üç elementten biridir ve periyodik tabloda bu iki elementten sonra gelir. Ancak evrende en bol bulunan iki element hidrojen ve helyum iken lityumun evrendeki miktarı standart kozmolojik modele (SCM) göre tahmin edilenden çok daha azdır. Büyük Patlama’nın ilk birkaç dakikasında hidrojen, helyum ve lityum oluşmuştur ve evrende bulunan hidrojen ile helyum miktarları SCM tarafından önerilen miktarlara uygundur fakat lityum (ayrıca berilyum ve bor) miktarı çok düşüktür. Lityumun bu tutarsızlığı bazı bilim insanları tarafından açıklanmaya çalışılsa da henüz çözümlenememiştir. Bu konuda şimdiye dek en kabul gören teori, yıldız oluşumunun ilk aşamalarında ortaya çıkan lityumun diğer elementlere dönüşmüş olmasıdır.



Lityum bir metaldir. Dıştaki elektron kabuğunda sadece bir elektronu vardır ve bu elektronun başka bir atoma geçmek üzere lityumu terk etme yönünde güçlü bir eğilimi vardır. Bu gerçekleştiğinde artı yüklü-ve daha kararlı- olan lityum iyonu oluşur.



Lityumun Keşfi

Lityum ismi Yunancada taş anlamında kullanılan “lithos” kelimesinden gelir. Elemente bu ismin verilmesinin nedeni, 1A grubunda yer alan ve bitkisel kaynaklarda keşfedilen sodyum ile potasyum elementlerinin aksine, lityumun mineral kaynağında keşfedilmesidir. Lityumun kimyasal geçmişi, spodumen ve petalit adlı alümina silikat minerallerinin tanımlanması ile başladı. Bu mineraller 19. yüzyılın başında Stokholm (İsveç) yakınlarındaki Üto adasında, Brezilyalı devlet adamı ve aynı zamanda doğa bilimci olan José Bonifácio de Andrada e Silva tarafından keşfedildi. Lityum ise 1817 yılında İsveçli kimyacılar Johan August Arfwedson ve Baron Jöns Jacob Berzelius tarafından yeni bir mineral olan petalitin içerisinde bulunan ve daha önce bilinmeyen yeni bir element olarak keşfedildi. Arfwedson daha sonra lepidolit mineralinin içinde de lityum bulunduğunu tespit etti. Arfwedson lityum elementini keşfetmiş olsa da saf metalik lityumu izole etmeyi başaramadı.

Lityum metali, 1821 yılında İngiliz kimyager William Thomas Brande tarafından, lityum oksitin elektrolizi yoluyla ilk kez elde edildi. 1855’te ise Alman kimyacı Wilhelm Eberhard Bunsen ve İngiliz kimyacı Augustus Matthiessen, lityum kloridden elektroliz yöntemi ile lityum metalini izole etmeyi başardılar. Bu yöntem daha sonra Alman bir firma tarafından ticarileştirildi.

Lityum Kaynakları

Lityum yer kabuğunda kütlece %0,002-0,006 oranında bulunuyor. Bununla birlikte, endüstriyel lityum kaynakları dünya genelinde nispeten yaygın olarak yer alıyor. Doğal lityum kaynakları genel olarak mineral kayaçlar (pegmatitler), tuzlu su kaynakları ve sedimanter kayaçlar olmak üzere üç kategoriye ayrılır. Bunlardan mineral kayaçlar ve tuzlu su kaynakları ekonomik lityum kaynaklarıdır. Kil mineralleri olan jadarit ve hektorit içeren sedimanter kayaçlar da lityum kaynağı olarak değerlendirilebilir. Ancak lityum içeren bu killerden lityum elde edilmesine yönelik birçok araştırma olmasına rağmen bu yöntemlerin ticari alanda uygulanabilir olduğu henüz kanıtlanamadı. Diğer yandan, özellikle yeni keşfedilen potansiyel lityum kaynakları ile birlikte (ABD Hektorit, Sırbistan-Jaderit kayaçları) lityum içeren killeri barındıran sedimanter kayaçlara olan ilgi de giderek artıyor. Ülkemizde de bor yataklarına bağlı killer lityum açısından potansiyel taşıyor. Deniz suyu, jeotermal sular ve petrol sahası tuzlu suları da üzerinde araştırmalar yürütülen lityum kaynakları arasındadır. Deniz suyunun ortalama lityum derişimi 0,17 ppm’dir ve muazzam bir lityum kaynağıdır

Mineral	Kimyasal Formülü	% Li_2O	Yoğunluğu, g/cm³
Spodumen	$Al_2O_3.Li_2O.4SiO_2$	4-7	3.10-3.20
Ambligonit	$Al_2O_3.P_2O_5.2LiF$	7-9	2.88-3.09
Lepidoit	$Al_2O_3.3SiO_2.2K,LiF$	3-4	2.80-3.30
Petalit	$Al_2O_3.Li_2O.8SiO_2$	2-4	2.39-2.49

Ekonomik değer taşıyan lityum mineralleri

(230.000-250.000 mega ton). Ancak deniz suyundan da lityum elde etmek üzere ticari anlamda uygulanabilir ekonomik bir yöntem henüz geliştirilememiştir.

Lityum kaynaklarının çoğu lityum üçgeni olarak adlandırılan Güney Amerika'daki (Arjantin, Bolivya ve Şili) tuzlu su kaynaklarına dayanır. Bu bölge kıtasal tuz çölü baseni olup tuz gölleri, tuz düzlükleri ve salamuraları (salar) ile meşhurdur. Bu lityum üçgeni dışında, dünya geneline dağılmış birçok tuzlu su lityum yatağı da mevcuttur. Tuzlu su lityum yatakları bulunan ülkeler arasında Kanada, Çin, İsrail, Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) sayılabilir. ABD Jeolojik Araştırma Kurumu (USGS) verilerine göre, 2019 yılı dünya lityum rezervi (işletilebilir) yaklaşık 17 milyon tondur ve bu miktarın %52'si Şili'ye aittir. Arjantin, Şili ve Avustralya dünya lityum rezervinin %79'una sahiptir. Devam eden lityum arama çalışmaları ile birlikte potansiyel lityum kaynağı miktarının önemli oranda arttığı ve hâlihazırda toplamda 80 milyon tona ulaştığı belirtiliyor. Gerek jeotermal kaynaklardan gerekse lityum içeren sedimanter kayaçlardan lityum kazanımına yönelik araştırmalar hız kesmeden devam ediyor. Artan lityum arama çalışmaları ile ortaya çıkarılan potansiyel kaynaklar aslında gelecekte lityuma olan talebin önemli ölçüde artacağının bir göstergesi olarak değerlendirilmelidir.

Lityum içeren 150'ye yakın mineral olmasına rağmen bunların çok azı ekonomik olarak değer taşır. Alüminyum silikat olan spodumen, ekonomik değer taşıyan en yaygın lityum mineralidir.



1980'den önce lityum madenciliği mineral kayaç kaynaklarına dayanıyordu. Daha sonra mineral bakımından zengin tuzlu sulardan daha düşük maliyetle lityum üretilmesiyle ile birlikte pazardaki lityumun çoğu tuzlu sulardan sağlanmaya başlandı. Günümüzde ise lityum tedarikinin çoğu, Güney Amerika'daki tuzlu su kaynaklarından ve Avustralya'daki mineral kayaç madenciliğinden elde ediliyor. 2018 yılı dünya lityum üretiminin yaklaşık %96'sı dört ülke tarafından (Avustralya (%54,4), Şili (%23,3), Çin (%9,7) ve Arjantin (%8,3)) temin edildi.



Kayaç madenciliği daha geleneksel madencilik yöntemidir. Bu yöntemde, genellikle %1'den az lityum içeren cevherlere mineral zenginleştirme işlemleri uygulanarak %4-8 lityum içeren konsantre elde edilir. Daha sonra bu mineral konsantresi, lityum bileşikleri üretmek için onu hammadde olarak kullanılan kimya endüstrisine veya doğrudan katkı maddesi olarak kullanan cam ve seramik üreticilerine satılır. Lityum mineral konsantresi kimya endüstrisi tarafından bir dizi kimyasal ve ısıl işlem sonrasında lityum karbonat gibi lityum bileşiklerine dönüştürülür.

Tuzlu sulardan lityum üretimi ise solar buharlaşma ile lityum karbonat veya lityum klorid elde edilmesi yoluyla sağlanır. Genel anlamda bu süreç; buharlaşma, çökelme, soğurum ve/veya iyon değişimi işlemlerini içerir. Öncelikle tuzlu su havuzlara alınır, güneş enerjisinden faydalanarak suyun buharlaşması sağlanır ve neticesinde lityum bakımından zenginleşmiş bir çözelti elde edilir. Sürecin tamamlanması yaklaşık 18-24 ay sürer. Bu arada havuz açık alanda olduğundan yağmur veya sel suları ile süreç daha da uzayabilir. Lityum derişimi, buharlaşma ile istenilen seviyeye ulaştığında havuzdaki su tesise alınır ve kimyasal işlemlerle lityum karbonat veya lityum klorid adlı lityum bileşikleri elde edilir. Havuzdan alınan lityum bakımından zengin tuzlu suda magnezyum elementi (Mg) de bulunur. Dolayısıyla, lityumdan önce tuzlu sudaki magnezyumun uzaklaştırılması gerekir. Bunun için çözeltiye kalsiyum karbonat ilave edilerek magnezyum çökeltilir ve ortamdan uzaklaştırılır. Bu işlem sonunda lityum derişimi %5,5-6,5 civarına ulaşır. Daha sonra çözeltiye sodyum karbonat ilave edilir ve (90 °C'de) çözünmüş hâldeki lityum, lityum karbonat olarak çökeltilir. Lityum ve magnezyum benzer kimyasal özelliklere sahip olduğundan bunları ayırmak zordur. Bu nedenle tuzlu suda Mg/Li oranı yükseldikçe bu elementleri ayırmanın maliyeti de artar.



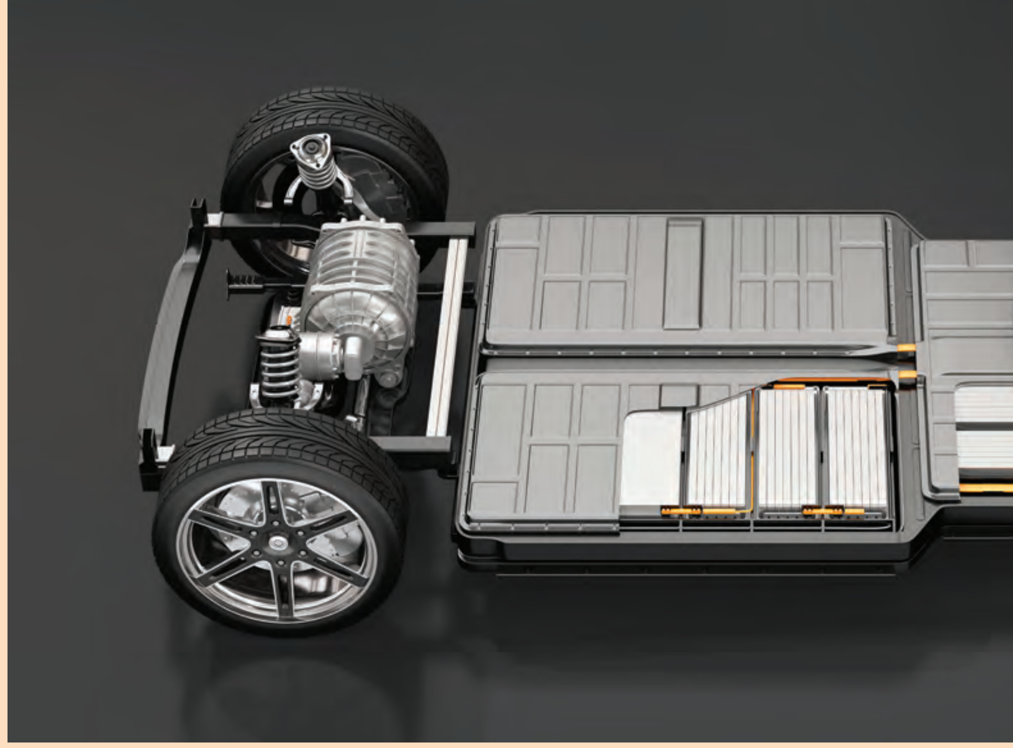


Lityumun Kullanım Alanları

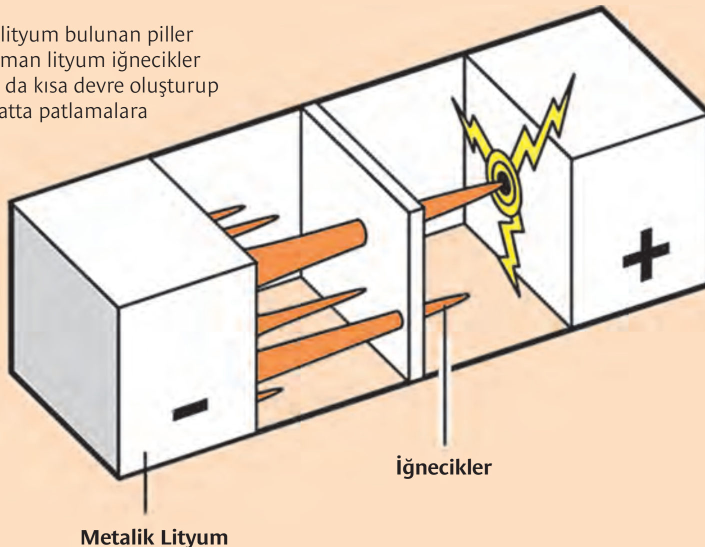
Lityum ve bileşikleri geleneksel olarak birçok endüstride kullanılır. Başlıca kullanım alanları arasında cam, seramik, gres yağlama, metalürji, hava filtreleme ve pil sektörü yer alır. Ancak lityum iyon pillerin ticarileşmesi ile birlikte, pil endüstrisi lityum talebinin en yoğun olduğu sektör hâline geldi.

Lityum oldukça yüksek elektrokimyasal potansiyele sahiptir. Diğer bir deyişle, lityum iyon hücreleri diğer enerji depolama yöntemlerine göre daha fazla enerji sağlayabilir ve daha verimlidir. Ayrıca lityum en hafif metaldir. Özellikle elektrikli taşıtlarda ve taşınabilir elektroniklerde pillerin mümkün olduğunca hafif olması istenir. Dolayısıyla lityum iyon pil teknolojisi enerjiyi depolamak için kullanışlı ve uygulanabilir bir teknoloji olarak görülüyor. Lityum iyon pilin icadı sayesinde diz üstü bilgisayarlar, mobil telefonlar ve elektrikli taşıtlar geliştirilebildi; güneş ve rüzgâr

santrallerinin ürettiği enerji depolanabildi. Bu nedenle, lityum iyon pil teknolojisi insanlık için son derece büyük bir önem arz ediyor.

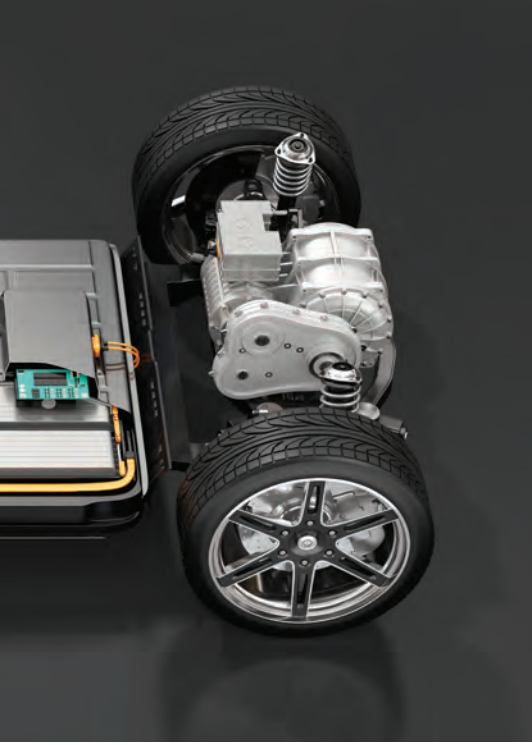


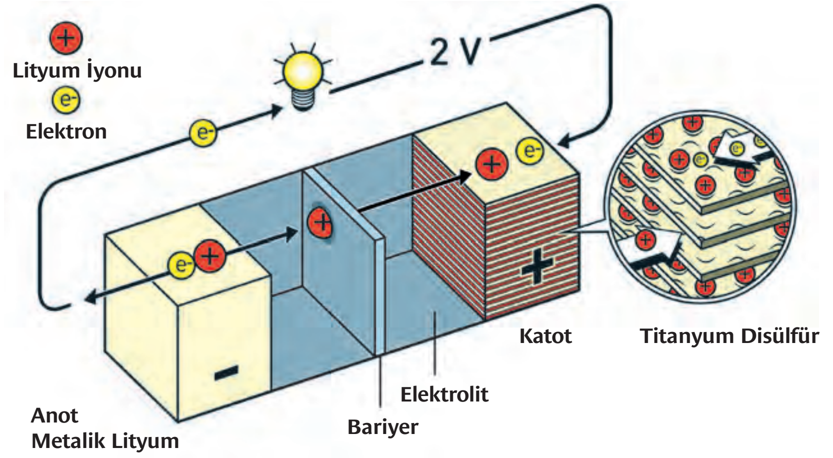
Lityum iyon pil teknolojisinin temelleri 1970'lerdeki petrol krizine dayanıyor. 20. yüzyılın ortalarında fosil yakıt ile çalışan arabaların sayılarının artması ile birlikte egzoz gazlarının yol açtığı zararlı etkilerin yanı sıra petrolün bir gün tükeneceğinin de farkına varan araba üreticileri ve petrol firmaları, elektrikli taşıtlara ve alternatif enerji kaynaklarına yatırım yapmaları gerektiğini anladılar. Ancak hem elektrikli taşıtlar hem de alternatif enerji kaynakları için büyük miktarda enerji depolayacak güçlü bataryalar gerekiyordu. O zamanlar piyasada iki çeşit şarj edilebilir batarya vardı: 1859 yılında icat edilen ve günümüzde fosil yakıtla çalışan araçlarda hâlâ kullanılan ağır kurşun bataryalar ve 20. yüzyılın ilk yarısında icat edilen nikel kadmiyum bataryalar.



Anotunda saf lityum bulunan piller şarjedildiği zaman lityum iğnecikler oluşur. Bunlar da kısa devre oluşturup yanmaya ve hatta patlamalara sebep olabilir.

O dönemde, Stanley Whittingham gibi pek çok bilim insanı, fosil yakıt içermeyen enerji teknolojileri geliştirmek üzere çalışıyordu. Whittingham süperiletkenler üzerine çalışmaya başladı ve enerji yoğunluğu yüksek bir malzeme keşfetti. Keşfettiği malzemeyi lityum pillerde yenilikçi bir katot oluşturmak için kullandı. Bu yeni katot, titanyum disülfitten yapılmıştı ve lityum iyonlarını barındırabilen moleküler düzeyde boşluklara sahipti. Potasyum iyonları ve titanyum disülfit arasındaki etkileşimler enerji açısından şaşırtıcı derecede zengindi. Whittingham malzemenin voltajını ölçtüğünde birkaç volt kadar olduğunu gördü. Bu miktar o zamanın pillerinin çoğundan daha iyi idi. Geleceğin elektrikli arabaları için enerjinin depolanabileceği teknolojiyi keşfetmişti. 1970'lerde Whittingham, katodu titanyum disülfitten, anodu lityum metalinden oluşan ilk fonksiyonel lityum pilini geliştirdi. Ancak bu pil anot olarak kullanılan lityum metali yüzünden patlayabilirdi ve dolayısıyla güvenli değildi.

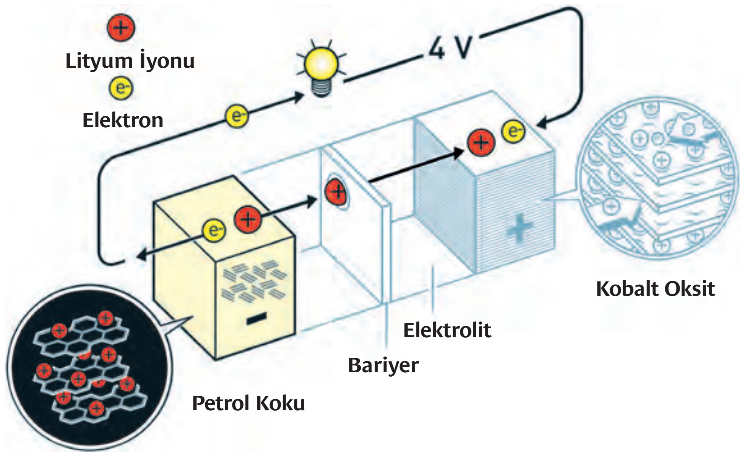




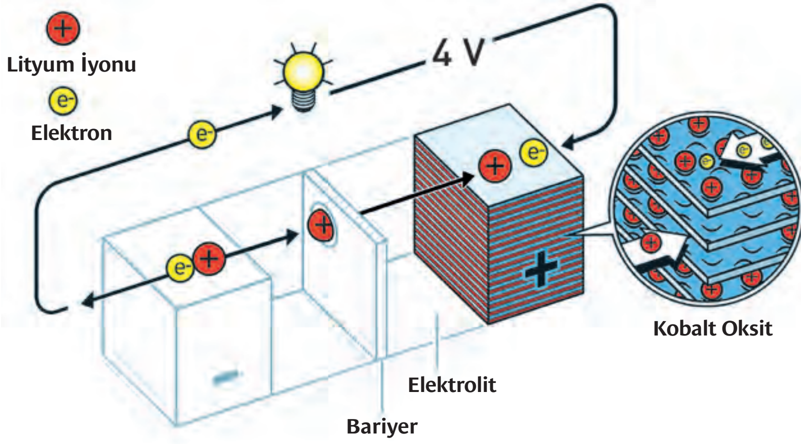
İlk şarj edilebilir pillerin elektrotlarında elektrolitle kimyasal olarak etkileştiklerinde bozunuma uğrayan katı malzemeler bulunuyordu. Bu da pillerin ölmesine neden oluyordu. Whittingham'ın tasarladığı lityum pilinin avantajı, lityum iyonlarının katottaki titanyum disülfür içindeki boşluklarda depolanmasıydı. Pil kullanıldığı zaman lityum iyonları anottaki lityumdan katottaki titanyum disülfüre akıyordu. Pil şarj edildiğinde ise lityum iyonları geri akıyordu.

Whittingham'ın yenilikçi bataryasını duyan John Goodenough, katot olarak metal sülfit yerine metal oksit kullanılırsa daha fazla enerji potansiyeli oluşacağını öngördü. 2 volt enerji üreten Wittinghham bataryasının yerine katot olarak lityum kobalt oksit kullanarak hemen hemen iki katı enerjiye sahip 4 voltluk batarya geliştirdi. 1980'de bu buluşunu yayımladı ve yoğun enerjili bir katot malzemesi ile düşük ağırlığına rağmen güçlü ve yüksek kapasiteli bir batarya icat ettiğini duyurdu. Bu gelişme, kablosuz devrime giden belirleyici bir adım olarak kabul ediliyor.

Japonya'da da elektronik firmaları; video kameralar, taşınabilir telefonlar ve bilgisayarlar için hafif ve şarj edilebilir batarya geliştirmeye çalışıyordu. Akira Yoshino, Goodenough bataryasında anot yerine karbon temelli farklı malzemelerle denemeler yaptı. Bu amaçla grafit kullanılması durumunda, grafitin batarya elektroliti tarafından parçalandığı daha önce araştırmacılar tarafından gösterilmişti. Bu yüzden Akira anot olarak petrokok kullandı ve kobalt oksit katot gibi petrokok anotun da lityum iyonlarını içine aldığını tespit etti. Petrokok elektronlarla şarj olduğunda lityum iyonları malzemeye çekiliyordu. Tersi durumda ise elektronların ve lityum iyonunun katottaki kobalt okside doğru akması söz konusuydu. Yoshino tarafından geliştirilen bu batarya, duraylı (kararlı) idi ve 4 volt üretebiliyordu. Akira'nın geliştirdiği lityum pilinin en önemli avantajı lityum metali içermemesi idi, bu da bataryanın güvenliğini artırmıştı. Bu gelişme ile birlikte 1991 yılında lityum iyon pilleri ticarileşti.



Akira Yoshino ticari olarak uygulanabilir ilk lityum-iyon pili geliştirdi. Yoshino, Goodenough'ın katotta kullandığı lityum-kobalt oksit malzemeyi, anotta ise karbon temelli bir malzeme olan ve lityum iyonlarını yine interkalasyon yoluyla bünyesine alabilen petrol kokunu kullandı. Bu pilin işleyişi aşındırıcı kimyasal tepkimelere değil, lityum iyonlarının elektrotlar arasında ileri-geri akmasına dayanıyor -bu da pilin ömrünü uzatıyor!



Goodenough lityum pilin katotunda kobalt oksit kullanmaya başladı. Bu, pilin potansiyelini neredeyse ikiye katladı ve pili daha güçlü hâle getirdi.

Lityum iyon pilin en büyük avantajı, iyonların elektrotlarda araya girmesidir. Diğer pillerin çoğu, elektrotların yavaş ve güvenli adımlarla değiştirildiği kimyasal reaksiyonlara dayanır. Bir lityum iyon pil şarj edildiğinde veya kullanıldığında, iyonlar çevreleri ile reaksiyona girmeden elektrotlar arasında akar. Bu durum, pilin uzun ömürlü olmasını ve performansı azalmadan yüzlerce kez şarj edilebilmesini sağlar.

Bu üç bilim insanı (John Goodenough, Stanley Wittingham ve Akira Yoshino) çalışmaları ile lityum iyon pilleri geliştirdi, kablosuz ve fosil yakıtsız bir toplum için doğru şartları oluşturdu ve insanlığa büyük bir katkı sundu. İşte bu katkıları dolayısıyla 2019 Nobel Kimya Ödülü bu üç bilim insanına verildi.

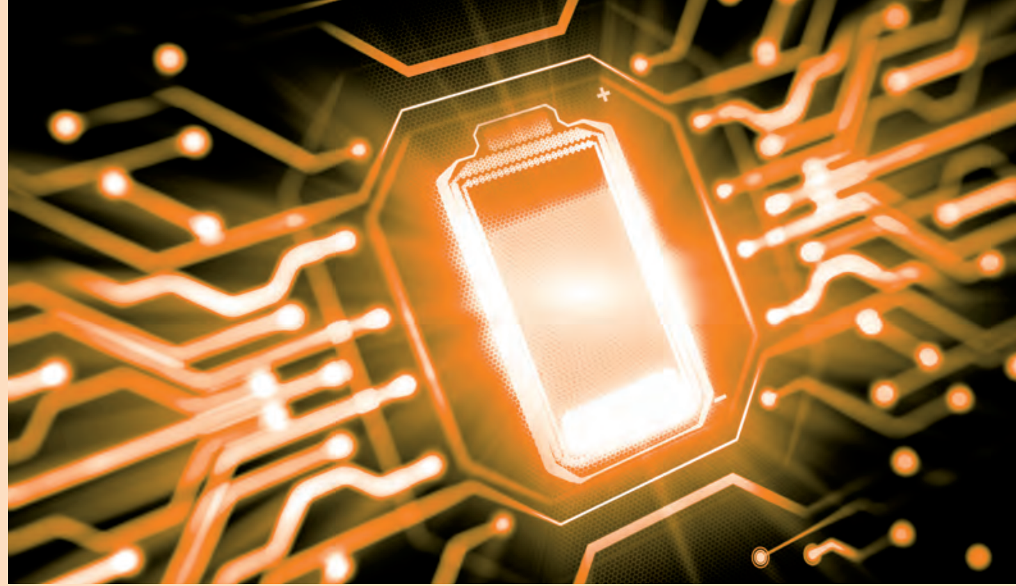
Lityum günümüzde uçak imalatı, uzay endüstrisi, otomotiv, nükleer enerji gibi ileri teknoloji endüstrilerinde ve enerji depolama sistemlerinde giderek daha popüler hâle geliyor. Elektrikli arabaların üretimindeki artış ile birlikte lityuma “geleceğin yakıtı” ve “beyaz petrol” de denilmeye başlandı. Diğer yandan, gerek elektrikli arabaların bataryalarında gerekse rüzgâr ve güneş gibi yenilenebilir enerjinin depolanmasında kullanımı sayesinde lityum aynı zamanda “yeşil dönüşümün yakıtı”.

Son yıllarda lityum talebi ve tüketimi sürekli artmakta olup bu artış eğiliminin devam edeceği öngörülüyor. Ancak dünya lityum rezervlerinin dağılımı ülkeler bazında eşit olmadığından lityuma erişim teknolojik gelişimin sağlanmasında ve teknolojik rekabetin korunmasında önemli bir rol oynayacak. Bu nedenle Avrupa Birliği’nin 2020 yılında yayınladığı kritik hammadde listesinde lityum da yer alıyor.

Bu bağlamda, ülkemizde, Eskişehir, Kırka’daki bor tesislerinde yan ürün olarak pilot ölçekte lityum karbonat üretilmesi; en azından ülkemizin ihtiyaç duyacağı lityumun yerel kaynaklardan temin edilmesine katkı sağlayabilir. Lityum tedarikinin sağlanabileceği bir diğer kaynak ise ömrünü tamamlamış lityum iyon pillerinin geri kazanımıdır. Bu konuda da ülkemizde ve dünya genelinde çalışmalar devam ediyor.



Yeşil Dönüşümün Yakıtı Lityum



Elektrikli arabaların geliştirilmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarına erişimin ucuzlaması için enerji depolamada yeterince iyi bataryaların geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Lityum iyon pillerin ticarileştirilmesi sayesinde söz konusu yeşil dönüşüm mümkün hâle geldi.

Lityum iyon pilleri yeşil dönüşümün yakıtı yapan lityum elementine dair iki özellik:

► Lityum (dolayısıyla da lityum iyonu) oldukça yüksek elektrokimyasal potansiyele sahiptir:

Pil Hücresi	Standart voltaj
Lityum iyon (kobalt)	3,6V
Kurşun asit	2,0V
NiMH	1,2V
NiCd	1,2V

► Lityum periyodik tablodaki en hafif metaldir. Pillerin mümkün olduğunca hafif olması, özellikle elektrikli arabalarda, tercih edilen bir durumdur.

Lityumun pil üretim sektöründe kullanımı son on yılda önemli ölçüde arttı. Çünkü şarj edilebilir lityum iyon piller; büyüyen bir pazara sahip taşınabilir elektronik cihazlar, elektrikli aletler, elektrikli araçlar ve yenilenebilir enerji depolama uygulamalarında giderek daha fazla kullanılıyor.

Genel anlamda, bir lityum iyon pili, metalik veya plastik bir kutu içinde tekli veya çoklu elektrokimyasal hücrelerden oluşur. Lityum iyon pillerde bir hücre, geçiş metali bileşiğinden oluşan bir katot, grafitten oluşan bir anot, akım toplayıcılar olarak alüminyum (Al) ve bakır (Cu) ile elektrolit olarak lityum tuzunun yanı sıra anot ve katodun birbirine temas ederek kısa devre oluşturmasını engelleyen fakat iyon geçişine izin veren polimerik bir ayırıcıdan oluşur.

Uygulama	Market payı (%)	Kullanılan Lityum Ürünler
Piller: taşınabilir elektronik cihazlar, hibrit arabalar, elektrikli araçlar, enerji depolama uygulamaları	71*	Li_2CO_3, LiOH, lityum hexaflorofosfat elektrolit tuzları, lityum klorür, lityum metali, lityum alaşımları, lityum kobalt oksit ve diğer lityum elektrot bileşimleri
Seramik ve cam	4	Spodumen- $LiAl(SiO_3)_2$; $LiCO_3$
Gres: yağlama	9	LiOH
Metalürji (toz), polimer, hava arıtımı	2; 2; 1	Lityum organometaller, lityum metali, LiCl, lityum alüminyum hidrit, butil lityum, lityum sitrat
Diğer	6	Lityum bileşikleri

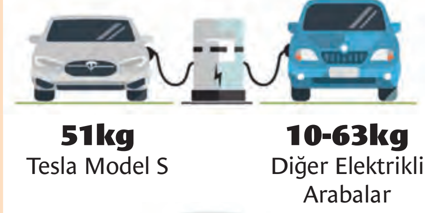
*2012 yılında bu oran sadece %22 idi.

Kullanım alanı (%)	2012	2018	2019	2020
Seramik ve cam	30	23	18	14
Pil imalatı	22	56	65	71
Gres-yağlama	11	6	5	4
Hava arıtımı	4	2	1	1
Metalürji	4	3	3	2
Polimer üretimi	3	4	3	2
İlaç sanayi	2			
Birincil alüminyum üretimi	1			
Diğer kullanımlar	23	6	5	6

Lityum metali ve bileşiklerinin son 10 yıldaki kullanım alanlarındaki değişim.

Pil bileşeni	Ağırlık (%)	Yapısında en genel kullanılan malzemeler
Kutu	25	Çelik, plastik
Katot	27	$LiCoO_2$, $LiNi_xMn_yCo_zO_2$, $LiMn_2O_4$, $LiNiO_2$, $LiFePO_4$
Anot	17	Grafit, $Li_4Ti_5O_{12}$
Bakır ve alüminyum folyo ve akım toplayıcılar	13	Cu, Al
Elektrolit	10	Propilen karbonat, etilen karbonat veya dimetil sülfoksit içinde çözünmüş $LiPF_6$, $LiBF_4$, $LiClO_4$ ve $LiSO_2$ çözeltisi
Ayırıcı	4	Mikro gözenkli polipropilen
Bağlayıcı	4	Polivinylideb diflorür(PVDF)

Ne kadar lityum var?



51kg
Tesla Model S

10-63kg
Diğer Elektrikli Arabalar



10kg
Tesla Powerwall 2.0



0.8-2kg
Hibrit Araçlar



40-60g
Elektrikli aletlerde bulunan piller



30-40g
Dizüstü bilgisayar bataryaları



20-30g **2-3g**
Tablet ve Akıllı Telefon Bataryaları

Lityum günümüz teknolojilerinin temel bileşenidir.

Kaynaklar

İlay Çelik Sezer, "2019 Nobel Kimya Ödülü Dünyanın En Güçlü Pilini Geliştirenlere", *Bilim ve Teknik*, Şubat 2020.
C. Helvacı, M. Çolak ve İ. Gündoğan, "Presence and Distribution of Lithium in Borate deposits and some recent lake waters of West-Central Turkey", *International Geology Review*, 2020.
Necati Yıldız, *Lityum*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, 2016.
U.S. Geological Survey, Mineral commodity summaries 2013; 2019; 2020; 2021.
Omar Velázquez-Martínez, Johanna Valio, Annukka Santasalo-Aarnio, Markus Reuter and Rodrigo Serna-Guerrero, "A critical review of lithium ion battery recycling process from a circular economy perspective", *Baterries*, 5, 68, 2019.
https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2019/pressrelease/
https://www.visualcapitalist.com/lithium-fuel-green-revolution/
https://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/bilgi-merkezi/maden-serisi/img/LİTYUM.pdf
https://doi:10.3390/resources7030057.
https://doi.org/10.1595/205651317X696676

TEKNOFEST 2022 Teknoloji Yarışmaları Başvuruları Başladı!

Mehmet Sığırcı | *TÜBİTAK*

Dünyanın en büyük havacılık festivallerinden biri olan TEKNOFEST'in teknoloji yarışmalarının başvuruları başladı. TEKNOFEST heyecanına katılmak için son başvuru tarihi 28 Şubat!

TEKNOFEST Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali bu yıl 30 Ağustos - 4 Eylül tarihleri arasında Samsun Çarşamba Havalimanı'nda gerçekleştirilecek. TEKNOFEST teknoloji yarışmaları ilkokul, ortaokul, lise, üniversite ve üzeri olmak üzere farklı yaş gruplarına yönelik düzenleniyor. 39 farklı kategoride gerçekleştirilecek TEKNOFEST 2022 teknoloji yarışmaları arasında geçtiğimiz yıldan farklı olarak Dikey İniş Roket Yarışması, Engelsiz Yaşam Teknolojileri Yarışması, Lise Öğrencileri İklim Değişikliği Araştırma Projeleri Yarışması ve Hyperloop Geliştirme Yarışması da yer alacak.

TÜBİTAK bu yıl Efficiency Challenge Elektrikli Araç Yarışları'ndan, İnsansız Hava Araçları Yarışmaları'na, Roket Yarışması'ndan Lise Öğrencileri Kutup Araştırma Projeleri Yarışması'na toplam 14 yarışmayla TEKNOFEST heyecanına ortak olacak.

TEKNOFEST teknoloji yarışmaları ile gençlerin millî teknoloji üretme ve geliştirme konusunda ilgilerinin artırılması amaçlanıyor. Her sene olduğu gibi bu yıl da teknoloji yarışmalarına başvuran ve ön eleme aşamasını geçen takımlara malzeme desteği sağlanacak. Dereceye giren takımlara ise 6 milyon TL'nin üzerinde ödüller verilecek.

TEKNOFEST Havacılık, Uzay ve Teknoloji Festivali hakkında detaylı bilgi ve başvurular için https://teknofest.org/ adresini ziyaret edebilirsiniz.

mRNA Teknolojisinde Bir Sonraki Adım

Dr. Özlem Ak | *TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Bu yıl mRNA teknolojisinin aşı geliştirmekten çok daha fazlası için kullanılıp kullanılamayacağı öğrenilecek. mRNA teknolojisi ile çok pahalı olan ilaçları bizzat vücudun üretmesi ve böylece çok sayıda hastalığın tedavisine kapı açılması umut ediliyor. mRNA, aslında genetik olarak kodlanmış reçetelerdir. Bu reçeteler, vücudumuzdaki hücrelere yaşam mekanizmasının çoğunu oluşturan büyük moleküller olan proteinleri nasıl yapacaklarını bildirir. mRNA aşıları söz konusu olduğunda, mRNA'lar, bir bağışıklık tepkisini tetikleyen viral proteinleri kodlamaya yarar.

Koronavirüs pandemisi başladığında, mRNA aşıları deneysel süreçte bir teknolojiydi. Sadece birkaç küçük deneme yapılmıştı ve mRNA ile üretilen hiçbir aşı henüz onaylanmamıştı. Günümüzde yüz milyonlarca insan Pfizer/BioNTech'in ve Moderna'nın mRNA aşılarını yaptırdı ve bunların hem güvenli hem de etkili olduğu bulundu. mRNA'ların hemen hemen her proteini kodlayabilmesi nedeniyle aynı temel teknolojinin her türlü tedaviyi geliştirmeye imkân tanıyacağı düşünülüyor. Örneğin, kistik fibrozis hastalığı genellikle akciğer hücrelerinde CFTR adı verilen bir proteinin eksikliğinden kaynaklanır. Moderna ile Vertex adlı başka bir şirket, CFTR proteinini kodlayan mRNA'lardan oluşan ve kod adı VXc-522 olan potansiyel bir tedavi geliştiriyor. VXc-522 şu anda güvenlik testinden geçiyor ve her şey yolunda giderse kısa sürede insan denemelerine başlanması planlanıyor.

Moderna ayrıca, hücrelerin vasküler endotelyal büyüme faktörü (VEGF) adı verilen bir protein üretmesini sağlamak için de başka bir mRNA tedavisi projesinde AstraZeneca ile birlikte çalışıyor. AZD8601 kod adlı bu tedavi, iyileşmeyen yaralardan kalp hastalıklarına



kadar pek çok sağlık sorunu için kullanılabilecek. Şirketler geçtiğimiz yıl kasım ayında düzenlenen bir konferansta, AZD8601'in ameliyat sırasında hasarlı kalp kaslarına doğrudan enjekte edilmesini içeren ilk denemede güvenli olduğunun anlaşıldığını ve etkinliğini test etmek için tasarlanan daha büyük denemelere artık başlanabileceğini duyurdular.



mRNA aşılarının COVID-19'a karşı inanılmaz başarısının ardından BioNTech, dikkatini kansere çevirdi. Sonuçları *Science Translational Medicine* dergisinde yayınlanan ve benzer teknolojiyi kullanan yeni bir tedavi yöntemi fare deneylerinde büyük umut vaat etti, şimdi ise bilim insanları aynı başarıya ulaşıp ulaşamayacaklarını görmek için insan denemelerine başladılar. SAR441000 (BNT131) isimli tedavide, Pfizer-BioNTech aşısı gibi, vücuda protein üretme talimatları veren mRNA kullanılıyor. Araştırmacılar bu yöntemle vücutta anti-tümör etkileri olabilen sitokin adı verilen proteinler üretilmesini tetiklemeyi umuyor. Sitokinler vücutta bağışıklık hücreleri tarafından doğal olarak üretiliyor. Daha önce yürütülen bilimsel çalışmalar sitokinlerin tümörlü bölgelerde sayılarının artmasıyla tümörleri küçültebileceklerini ve hatta onları tamamen yok edebileceklerini göstermişti. Buradan yola çıkan araştırmacılar kanser hücrelerine saldırmak üzere sitokin adı verilen dört proteini üretme talimatını veren dört mRNA'nın bir karışımını yaptı. Bu mRNA'ları 20 farede doğrudan melanomlara enjekte ettiklerinde, tümörlerin içindeki bağışıklık hücreleri, istenen sitokinlerden büyük miktarlarda üretmeye başladı. Bu durum, farelerden biri hariç tümünde deri tümörlerinin 40 günden daha kısa bir sürede tamamen kaybolmasını sağlayan bir bağışıklık tepkisine yol açtı.

Başka bir deneyde, akciğer tümörlerinin yanı sıra melanomları olan fareler mRNA karışımı ile tedavi edildi. mRNA'lar yalnızca melanomlara enjekte edildiği hâlde akciğer tümörlerinin büyümesini de engellediler. Tedaviyi geliştirmek için BioNTech ile ortaklık yapan bir ilaç şirketi olan Sanofi'den Timothy Wagenaar'a göre, bunun nedeni mRNA'lar tarafından aktive edilen bağışıklık hücrelerinin uzaktaki tümörlere de taşınması olabilir. Fareler, tedavi sırasında herhangi bir yan etki göstermedi ve kilo vermedi. Bu umut verici sonuçların ardından, BioNTech ve Sanofi şimdi ileri melanom, meme kanseri ve diğer katı tümörlerden muzdarip 231 kişide mRNA karışımının güvenliğini test ediyor. Araştırmayı yürüten bilim insanları, Kasım 2020'de Kanser İmmünoterapi Derneğinin yıllık toplantısında ilk 17 hastanın ön sonuçlarını sundular ve tedavinin ciddi yan etkileri olmadığını gösterdiler. Gelecekteki denemeler, terapinin ne kadar iyi çalıştığını test edecek. Şimdilik bu tedavi yöntemi sadece vücudun yüzeyine yakın olan tümörler için uygun çünkü mRNA'ların doğrudan tümörlere enjekte edilmesi gerekiyor. Wagenaar gelecekte, enjeksiyonları daha derin tümörlere yönlendirmek için ultrason veya diğer görüntüleme tekniklerini kullanmanın mümkün olabileceğini söylüyor. ■

Kaynaklar

https://www.nature.com/articles/d41573-021-00110-x
https://www.newscientist.com/article/2289334-mrna-cancer-therapy-now-in-human-trials-after-shrinking-mouse-tumours/
https://www.newscientist.com/article/mg25233661-300-2022-preview-mrna-tech-behind-covid-19-vaccines-could-get-new-uses/

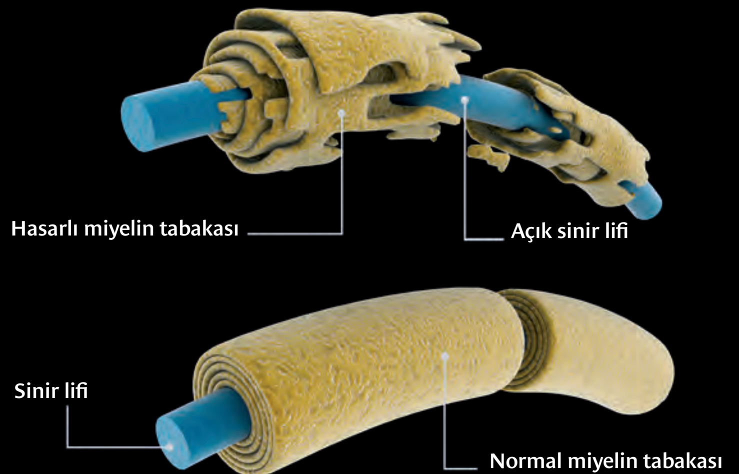
Multiple Sklerozisin Nedeni Epstein-Barr Virüsü mü?

Dr. Özlem Ak [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*

Bağışıklık sistemi, sinirleri çevreleyen yalıtkan bir kılıf olan miyeline saldırarak sinir hücrelerine hasar verir ve sinyal iletme yeteneklerini bozar. Sonuç: dünya çapında 2,8 milyon insanı etkileyen multipl skleroz, yani MS hastalığı. *JAMA* dergisindeki 2019 tarihli bir rapora göre, bu sinir hücresi hasarının erken belirtileri, multipl sklerozun başlangıcından altı yıl öncesine kadar ortaya çıkabilir. Bu yüzden Harvard T. H. Chan Halk Sağlığı Okulundan ve Harvard Tıp Fakültesinden araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda kan serum örneklerinde bu hasarın ipuçlarını aradı. Araştırmacılar beyni ve omuriliği etkileyen ve otoimmün bir hastalık olan multipl sklerozun, Epstein-Barr virüsünün (EBV) neden olduğu enfeksiyondan sonra ortaya çıkma olasılığından şüphe duyuyorlardı.

İnsanların tahmini %90 ila 95'i, yetişkinliğe ulaştıklarında "insan herpes virüsü 4" olarak da adlandırılan EBV ile enfekte oluyor. Çocuklarda virüs tipik olarak asemptomatik veya çok hafif bir enfeksiyona neden olur ancak gençler ve genç yetişkinlerde EBV, daha çok "mono" olarak bilinen bulaşıcı mononükleoza neden olabilir. EBV yaygın olarak yakalanılan bir virüs olmasına rağmen virüse bağlı enfeksiyonların çok daha az yaygın bir durum olan multipl skleroz için bir risk faktörü olduğunu gösteren kanıtlar var.

Örneğin, belirli çalışmalar, MS hastalarında, hasta olmayanlara kıyasla, EBV'ye özgü antikorların çok daha yüksek seviyelerde bulunduğunu gösterdi. Başka araştırmalarda da mononükleoza yakalanmanın yaşamın ilerleyen dönemlerinde multipl skleroz geliştirme riskini artırdığı tespit edildi.



Science dergisinde 13 Ocak'ta yayımlanan yeni bir çalışmada, yirmi yıl boyunca yaklaşık 10 milyon ABD ordu mensubundan toplanan kan serum örnekleri ve tıbbi veriler analiz edilerek EBV enfeksiyonunu takiben MS gelişme riskinin 32 kat arttığı tespit edildi. Araştırmacılar ayrıca, sonunda MS teşhisi konan üyelerden alınan örnekleri geriye dönük olarak incelediklerinde, kanlarında nörodejenerasyonu gösteren bir biyobelirteçin (nörofilament hafif zincir oranı) EBV saptandıktan sonra yükseldiğini de buldular.

Araştırma ekibi tıbbi kayıtları kullanarak, çalışma süresi boyunca MS geliştiren ve teşhislerinden önce en az üç serum örneği vermiş olan 801 kişiyi belirlediler. Bu 801 kişiden 35'inin ilk serum örneklerinde EBV'ye özgü antikorlara rastlanmadı. Ancak bir kişi dışında hepsinin zamanla virüse maruz kaldığını buldular. Bu 801 kişiden 800'ü, MS geliştirmeden önce EBV'ye yakalanmıştı. Tüm bu bulgular araştırmacılara EBV'nin MS'in önde gelen nedeni olduğunu düşündürdü.

Kontrol grubunda olan ve hiçbir zaman MS gelişmemiş kişilerin kanlarındaki nörofilament hafif zincir oranı ise EBV'ye yakalanmadan önce ve yakalandıktan sonra aynı kaldı. Bu sonuçlar, EBV'ye maruz kalmanın herkeste hızlı bir şekilde MS'i başlatmadığı, bunun yerine yalnızca duyarlı kişilerde bir etkisi olduğu fikriyle uyumluydu. Bilim insanları bağışıklık sistemini düzenleyen genlerin belirli versiyonlarının bir kişiyi MS'e duyarlı hâle getirebileceğini öne sürüyor. Kişi de genetik yatkınlık varsa EBV, MS gelişimini başlatan fitili ateşleyebilir. Ama belki gelecekte, virüsün bağışıklık sistemi üzerindeki kalıcı etkilerine karşı koyabilecek bir EBV aşısı veya bir tedavi ile MS'i önlemek mümkün olabilir.

COVID-19 aşısı geliştirmek için Pfizer ile birlikte çalışan BioNTech, aynı teknolojiyi MS tedavisi için uygulamak üzere araştırmalarını sürdürüyor. Araştırmacılar, deneysel otoimmün ensefalomiyelit veya "EAE fareleri" olarak adlandırılan MS benzeri hastalığı olan fareleri özel bir mRNA ile tedavi ettiler. Bu mRNA'lar bağışıklık sisteminin miyeline saldırmasını önlemek için MS hastalığıyla ilişkili otoantijenleri kodluyor ve MS benzeri hastalığın şiddetini baskılayabiliyor. Farelerin bu yöntemle tedavi edilebilmesi, omurilikte bulunan sinir hücrelerinin miyelin kılıflarındaki hasarda azalma olabileceğini ve bağışıklık sistemi tamamen baskılanmadan motor fonksiyonların geri kazanımı ile hastalığın ilerlemesinin önlenebileceğini gösterdi. Bu araştırma, *Science* dergisinde Ocak 2021'de yayınlandı. Umut verici olmakla birlikte, farelerde yapılan bu erken aşamadaki araştırma, insanlara uygulanmadan önce önemli testlerden geçmeli.

MS için mRNA aşı yaklaşımı, COVID-19'da olduğu gibi bağışıklık tepkisini uyarmaya değil, bir bağışıklık tepkisini azaltmaya çalışmaya dayanıyor. MS, beyin ve omurilikte bulunan miyeline karşı uygun olmayan bir bağışıklık tepkisinden kaynaklandığı için çoğu MS tedavisinin amacı bu tepkiyi baskılamaktır. Baskılama etkisi, enjekte edilen mRNA'nın bazı son teknoloji kimyasal modifikasyonlarına dayanıyor. Normalde vücut enjekte edilen mRNA'nın yabancı bir genetik materyal olduğunu düşünür ve alarma geçer. Ancak yapılan modifikasyonlar sayesinde vücut herhangi bir alarm sinyali olmadan mRNA'nın kendisine ait olduğunu düşünür. Dolayısıyla bu durum, bağışıklık sistemini de kandırır ve enjekte edilen mRNA'dan yapılan protein de yabancı olarak algılanmaz. ■

Kaynaklar

https://www.scientificamerican.com/article/epstein-barr-virus-found-to-trigger-multiple-sclerosis/
https://www.sciencealert.com/military-data-provides-compelling-evidence-catching-mono-can-trigger-multiple-sclerosis
https://mssociety.ca/research-news/article/biontech-is-applying-mrna-vaccine-technology-to-treat-multiple-sclerosis

BİLİM TARİHİNDEN NOTLAR



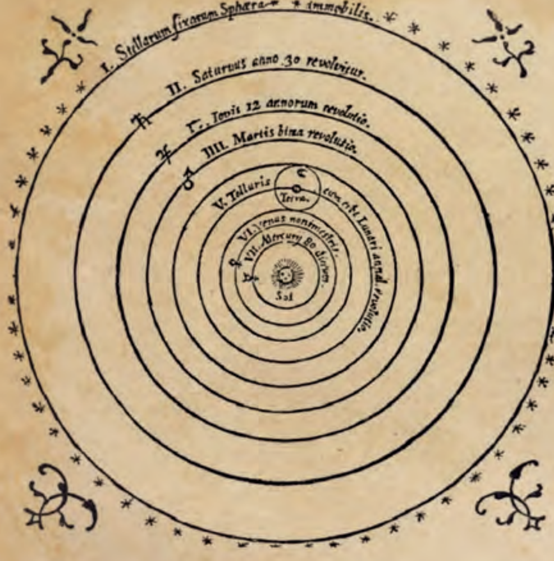
Prof. Dr. Hüseyin Gazi Topdemir
[*Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Felsefe Bölümü, Bilim Tarihi Anabilim Dalı*

Kopernik ve Yeni Astronomi

Nikolas Kopernik adlı bir din bilgini, papaz olarak atandığı Frauenburg Katedrali'nde görev yaptığı dönemde hazırladığı *De revolutionibus orbium coelestium (Gök Kürelerinin Döngüleri Üzerine)* başlıklı kitabında, bugün Batılı felsefe ve bilim tarihi uzmanlarının "Kopernik Devrimi" diye adlandırdıkları tezini ileri sürmüştü. Kopernik, 1543 yılında ortaya attığı Güneş Merkezli Evren Modeli teorisini, Güneş'in merkezde durağan olarak bulunduğu ve Yer ile birlikte o sıralarda bilinen diğer beş gezegenin (Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter, Satürn) düzgün çemberler çizerek onun etrafında sabit hızla dolandığı kabullerine dayalı olarak geliştirmişti.



Nikolas Kopernik



Kopernik Modeli

Kitap bütünüyle geçmişin bilgi birikiminin eleştirel bir şekilde yeniden değerlendirilmesiyle yazılmıştı, yani ne kuramsal ne de olgusal açıdan yenilikçiydi. Zira aynı düşünceyi Sisamlı Aristarkus (MÖ 310-230) yüz yıllar önce dile getirmişti. Bu bakımdan Kopernik'in tezi bir yenilik sunmuyordu. Olgu açısından da kendisinin yaptığı herhangi bir gözlem söz konusu değildi, hem zaten dikkate alınabilecek herhangi bir gözlem aracı da yoktu. Ancak kitabında, hem Katolik Kilisesi tarafından resmi evren anlayışı olarak ilan edilen hem de bilim insanlarının gökyüzünde gözlemlenen olguları açıklamakta kullandıkları Yer Merkezli Evren Modeli'nin çok sıkı bir eleştirisini yapmış ve açmazlarını göstermeyi amaçlamıştı. Kopernik, söz konusu evren modeline duyulan güvenin bilimsel değil, basit bir bilgisizlikten kaynaklandığını savunan bir düşünce dizgesi ortaya koymayı başarmıştı.

Kopernik'in çalışması uzun yıllar boyunca kullanılmakta olan astronomik tabloların ve gök günlüklerinde yer alan gözlem verilerinin güncellenmesi için iyi bir imkân ve zemin oluşturdu. Astronomik tablolarda ve göğün günlük durumunu bildiren gök günlüklerinde yer alan gözlem verileri, kendi içinde tutarlı bir kurama dayalıdır ve Güneş, Ay ve gezegenlerin herhangi bir zamanda göksel konumlarını hesaplamaya imkân sağlarlar. Bu yüzden bu veri tabloları, göksel gözlem (gezegen hareketleri) ve kuram (temel yörünge parametrelerine dayalı olarak oluşturulan hipotez) arasında vazgeçilmez bağlantı araçlarıdır. Kopernik'in çalışmasından yola çıkan Johannes Kepler (1571-1630), Erasmus Reinhold'un (1511-1553) Kopernik kuramını esas alarak 1551 yılında hazırlamış olduğu Prutenik tablolarını ve 16. yüzyıl gök günlükleri ile Tycho Brahe'nin (1546-1601) gözlem sonuçlarını kullanarak gezegen yörüngelerinin elips olduğunu keşfetti.

Diğer bir deyişle, Kopernik'in olgusal olmayan ama kuramsal temeli sağlam akıl yürütmeleri, bilim çevrelerinin Yer Merkezli Model'e karşı daha fazla duyarsız kalmalarının önünü kesti ve bu modelin sorgulanması gerektiğini gösterdi. Dolayısıyla kuramsal ve olgusal anlamda özgünlük taşımamasına karşın Kopernik'in söz konusu eserinin Batılı araştırmacılar tarafından sürekli "çığır açıcı bir yenilik" olarak görülmesinin nedeni aslında budur.



Gökyüzü Üzerine Yeni Açıklamalar

Kopernik *De revolutionibus orbium coelestium* kitabını hazırlamadan önce *Commentariolus (Kısa Açıklamalar)* başlıklı çalışmasında, yeni bir evren modeline ilişkin temel ilke ve kabullerini kaleme almıştı. Yayımlanmayan bu çalışmasında, düşüncelerine öncelikle mevcut gök kuramı olan Yer Merkezli Evren Modeli'nin kabullerini sorgulamakla başladı. Sonrasında ise göğü betimlemek için bir dizi ortak merkezli gök çemberi kabulünün geliştirildiğini ancak astronomların ne denli uğraşırlarsa uğraşsınlar bir gezegenin veya yıldızın (bazen merkezde bulunduğu kabul edilen) Yer'e yakınlaşmasını veya ondan uzaklaşmasını açıklayamadıklarını ileri sürdü. Kopernik'e göre, bu konudaki temel yanılgı bütün gezegenlerin tek bir merkez etrafında yörünge çizdiklerini kabul etmekten kaynaklanıyordu. Ona göre, Yer evrenin değil, Ay çemberinin merkeziydi; gökcisimlerine atfedilen çember dizilerinin merkezinde de Güneş vardı. Devamında gökyüzünde gözlemlenen pek çok hareketin Yer'in hareketli olmasından kaynaklandığını, aslında durağan olan şeylerde gözlemlendiği sanılan hareketlerin tümü için bu durumun söz konusu olduğunu iddia etti. Çıkarımlarını sürdüren Kopernik, bu yüzden Yer'in hareket ettiği düşüncesinden uzak durulmasını anlayamadığını çünkü Yer'in sabit olduğu iddiasının dayandırıldığı kanıtların aslında Yer'in hareket ettiğini savunmak için de pekâlâ kullanılabileceğini belirtti.

Kopernik, bu düşüncelerini detaylandırmak ve temellendirmek için kaleme aldığı *De revolutionibus orbium caelestium* (1543) başlıklı kitabında bazı ilgi çekici iddialarda bulunur. Öncelikle evrenin küre şeklinde olduğunu ileri sürer ancak iddiasını gözlem ya da hesaplamalara değil; tamamen geometride küreye atfedilen mükemmellik, eksiksizlik, tamlık, yüzey alanına göre en kapsayıcı hacim vb. nitelendirmelere dayandırır. Ardından pek çok kitapta yer verilen, geminin ufuktan kademeli olarak görünmez olması gibi, geleneksel kanıtlara dayanarak Yer'in küresel olduğunu savunur; karaların ve denizlerin, tek bir ağırlık merkezinin bulunması dolayısıyla birlikte küre oluşturduğunu açıklar. Gezegenlerin geleneksel olarak kabul edildiği üzere çember biçiminde yörüngeler çizdiğini, hareketlerinin düzenli ve sonsuz olduğunu belirtir. Bundan sonra Yer'in de Güneş'in etrafında çember biçiminde yörünge çizerek dolandığını, bunu saçma bulanların ise hareket ve durağanlık konularında yeterince bilgi sahibi olmadıklarından böyle düşündüklerini yazar. Kopernik'e göre, yer değiştirme biçiminde gerçekleşen hareketler ya gözlemcinin ya gözlemlenenin ya da her ikisinin birden hareketli olmasından kaynaklanır. Dolayısıyla Yer'in değil de geri kalan her şeyin hareket ettiğini savunmak, aslında hakikat değil, bir seçimdir. O dönemde, Yer hareketli olsaydı üzerindeki her şeyin etrafa saçılacağına ve Yer'in parçalanacağına inanılırdı. Kopernik,

Yer ile kıyaslanmayacak denli büyük olmasına rağmen gökyüzünün hareket etmesinden kaygı duyulmamasını çelişki olarak değerlendirir ve bu seçimin inanca dayalı olduğunu söyler. Gezegenlerin hareketlerinde gözlemlenen bazen hızlı, bazen de yavaş hareket ediyor gibi algılanan durumların Yer'in hareketinden kaynaklandığını belirtir ve sonuç olarak Yer'in hareket ettiğini, Güneş'in ise durağan olduğunu esas alan bir model önerir.

Sonuçları Açısından Kopernik Kuramı

Yukarıda kısaca içeriğinden söz edilen Kopernik'in çalışması, Rönesans döneminin yeni düşüncelere yönelik hoşgörülü ortamının bir ürünüdür. Kökten bir yenilik taşımamasına karşın, çok uzun yıllardan sonra unutulmuş bir modeli tekrar gündeme getirmesi ve yeni bir gözle değerlendirmesi bakımından kayda değer bir çalışmadır. İçerdiği tartışmalar bilim insanları için yeni bir seçenek oluşturacak kadar önemlidir. Astronomide yeni bir dönemin başlatıcısı olmuştur.

Gelecek sayıda Kopernik'in teorisinden yola çıkan Brahe ve Kepler'in çalışmalarını ele alacağız.



Kaynaklar

Copernicus, N., Three Copernican Treatises: *The Commentariolus of Copernicuss, The Letter Against Werner, The Narratio Prima of Rheticus* (3 b.). (E. Rosen, Dü., & E. Rosen, Çev.) New York: Octagon Books, 1971.

Copernicus, N., *Gökcisimlerinin Dönüşleri Üzerine*. (S. Babür, Çev.) İstanbul: Yapı Kredi Yayınları, 2002.

Maeyama, Y., Astronomical Tables and Ephemerides. W. Applebaum (Dü.) içinde, *Encyclopaedia of The Scientific Revolution From Copernicus to Newton* (s. 78-80). New York: Garland Publishing, Inc., 2000.

Topdemir, H. G., & Unat, Y., *Bilim Tarihi*. Ankara: Pegem Akademi, 2014.

Topdemir, H. G., & Unat, Y., *Bilim Tarihi ve Felsefesi*. Ankara: Pegem Akademi, 2019.

Dr. Bülent Gözcelioğlu [*turkiye.dogasi@tubitak.gov.tr*

KAR LEOPARI

Kar leoparı (*Panthera uncia*), dünyanın en ilgi çekici ve ender gözlemlenebilen büyük kedilerindendir. Kedigiller (Felidae) familyasının *Panthera* cinsinin bir üyesidir. Orta Asya'da yüksekliği genellikle 3.000 - 4.500 metre arasında değişen dağlık bölgelerde yaşar. Ancak birçok büyük canlı türü gibi bu kedinin de soyu tehlike altındadır.

Ortalama bir kar leoparı 27 - 54 kg ağırlığında, 1,2 - 1,5 m uzunluğunda olup kuyruğu da yaklaşık 91 cm'dir. Postları yani kürkleri kalın ve beyazımsı açık gri renktedir, üzerinde daha koyu renkte siyahımsı gri benekler bulunur. Bu kürk rengi ona dağlık arazide iyi bir kamuflaj sağlar. Çok geniş ve kıllı olan patileri de kara batmasını engeller.

Kar leoparları genelde sabah erken saatlerde ve akşam gün batımında aktiftir. Dağ keçisi, tavşan, marmot veya bazı kanatlı türlerini avlayarak beslenirler. Ortalama yaşam süreleri yaklaşık 20 yıldır.



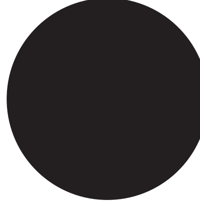
Kar leoparları insanlar için ulaşılması güç olan dağlık alanlarda yaşamasına rağmen doğal yaşam alanları daraldığı için bazen yiyecek bulmak amacıyla insanların tarım-hayvancılık yaptığı alanlara girmek zorunda kalır, bu durumda da insanlarla karşı karşıya gelmeleri kaçınılmaz olur. İnsan faaliyetleri (turizm, tarım, hayvancılık, madencilik, ulaşım faaliyetleri, iç savaşlar, kaçak avlanma vb.) neticesinde kar leoparlarının yaşam alanları giderek daralıyor. Küresel iklim değişikliği de kar leoparının soyunun tehlikeye girmesinin nedenleri arasında sayılıyor.

Günümüzde 2.700 - 3.400 kadar kar leoparının hayatta kaldığı düşünülüyor. Bu yüzden çok sayıda araştırmacı ve doğa koruma derneği tarafından türün devamı için çeşitli koruma programları uygulanıyor. Yaban hayatı korumak, bilimsel olduğu kadar sosyal bir süreçtir, bu nedenle koruma programlarının başarılı olması için bölgede yaşayan insanlarla iş birliği içerisinde olunması gerekir.



Prof. Dr. Faruk Soydugan
[fsoydugan@comu.edu.tr

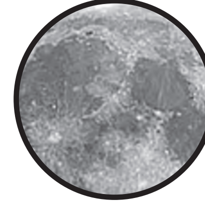
1 Şubat
Yeniay



08 Şubat
İlkdördün



16 Şubat
Dolunay



24 Şubat
Sondördün

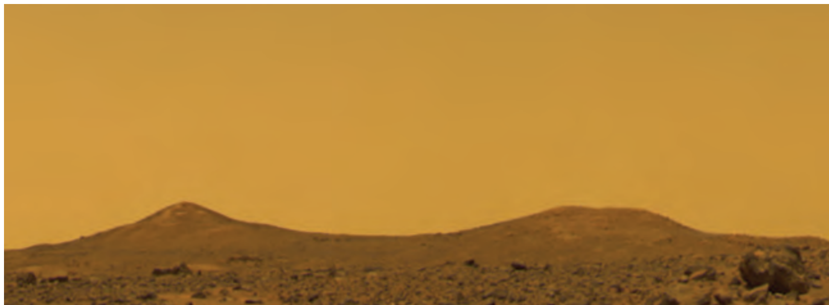


Mars'tan Gökyüzü

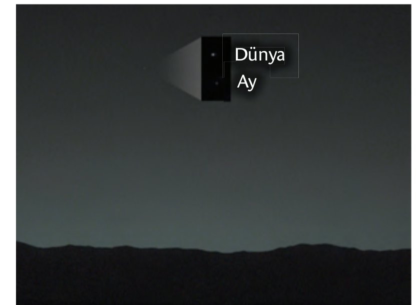
İnsanlık yaşamı boyunca gökyüzünü hayranlıkla seyretmiş ve hayranlığını zamanla onu keşfetmeye doğru yönlendirmiştir. Yapay ışık henüz hayatımızda etkili olmadan önce doğal teleskoplar olan gözlerimizle yaptığımız gözlemler, gökyüzündeki cisimlerin oluşturduğu desenlerin değiştiğini ortaya çıkarmıştır. Gök küresindeki bu ışıltılı ve renkli desenlerde gözlenen değişimler, insanlığın günlük hayatının programlanmasında çok uzun yıllar boyunca kullanılmıştır. Örneğin, kuzey kürede yaz aylarında Çalgı'nın dinletisine Kuğu'nun dans edercesine eşlik etmesi, kış aylarında da Avcı'nın ihtişamlı görüntüsünün ardından gelen Köpekler dikkat çekicidir ve yıllarca insanlara rehber olmuşlardır.

Gökyüzündeki desenler ve gözlenen gök cisimleri, Dünya'nın kendi ekseni etrafındaki dönüşü ve Güneş etrafındaki dolanımı nedeniyle, gece ve yıl boyunca değişiklikler gösterir. Bunun yanında takımyıldızı görünümlerinin de binlerce yıl içinde değişmesi beklenir çünkü takımyıldızlardaki yıldızlar birbirine çekimsel olarak bağlı değildir, gökada içinde birbirine göre çok farklı uzaklıklarda bulunur ve kendilerine özgü hareketlere sahiptir. Bunlara ek olarak, Dünya üzerinde bulunduğumuz konuma göre de gök küresinin farklı görünmesi beklenir. Peki, konumumuzu birkaç bin değil de milyonlarca kilometre değiştirirsek gökyüzü nasıl görünecek? Mars'a ulaşma hatta koloni kurup yaşama planları yapmaya başlayan insanlık Mars'ta nasıl bir gökyüzü ile karşılaşacak?

Mars'ın gökyüzü görünümü hakkında konuşmadan önce birkaç hatırlatma yapmakta fayda var. Öncelikle gökyüzündeki görünümü etkileyen en önemli faktörler; atmosfer, Güneş sistemi içindeki yerimiz ve bazı doğal koşullardır. Örneğin, atmosferin belirli dalga boylarında geçirgen olması, ışığı soğurması, saçması ve kırması olaylarının astronomik gözlemler üzerindeki etkisi büyüktür. Mars'ın atmosferinin (%95'i karbondioksit) Dünya'ya göre çok daha ince olması (Dünya atmosferinin %1'i kadar) bu etkilerin farklı ortaya çıkacağını gösteriyor. Atmosferin çok ince olması ve ozon tabakası olmaması, Mars üzerinde morötesi dalga boylarında gözlem yapma imkânı da sunacaktır. Mars yüzeyindeki yoğun kum



NASA-Pathfinder uzay aracının aldığı görüntüde öğle vakti Mars'ta gökyüzü (NASA)



NASA'nın Curiosity uzay aracından alınan görüntüde Mars'ın gökyüzünde Dünya ve Ay (NASA)

fırtınalarının ve tozların gözlemler açısından olumsuz bir durum ortaya çıkaracağını da belirtmek gerekiyor.

Dünya ile Mars arasındaki mesafe (en yakın olduklarında yaklaşık 55 milyon km), her iki gezegenin de gökyüzündeki yıldızlara olan mesafesine göre çok daha az olduğundan Mars'ın gökyüzü görünümünün Dünya'nın gökyüzüne benzemesini bekleriz. Buna karşın, Mars yüzeyindeki gözlemlerde, Güneş sistemi içindeki nesnelerin gözlenen çapları (nesnelerin Dünya'ya ve Mars'a olan uzaklıklarının farklı olması nedeniyle) Dünya'dan görünen çaplarıyla aynı olmayacaktır. Örneğin, Güneş'in görünen çapı Dünya'dan görünene göre 5/8 oranında azalacaktır (yaklaşık 0,35 açı derecesi). Mars'a ulaşan güneş enerjisi de yaklaşık %40 oranında düşecektir. Bu noktada, Mars'ın Güneş'e olan ortalama uzaklığının yaklaşık 228 milyon km (1,52 Astronomik Birim) olduğunu hatırlatalım.

Mars ile ilgili birkaç bilgi, gökyüzü görünümü ve değişimlerinin anlaşılmasının yanı sıra mevsim kavramının Dünya ile karşılaştırılması için faydalı olacaktır. Mars'ın gün uzunluğu Dünya'ya oldukça yakın olup sadece yaklaşık 37 dakika daha uzundur. Bu durum da gece boyunca takımyıldızların görünen hareketlerinin Dünya'ya oldukça benzer seyredeceğini gösterir. Mars'ın yıl uzunluğu yaklaşık 687 gün, dönme ekseninin eğikliği ise 25,19 derecedir. Eksen eğikliğinin Dünya'nınkine (23,44 derece) çok yakın olması Mars'ta da dört mevsimin yaşandığı anlamına geliyor. Dünya'da olduğu gibi Mars'ta da kuzey ve güney yarı küreler için yaz ve kış mevsimleri zıt zamanlarda yaşanır. Dünya yörüngesinin dış merkezliği 0,017 iken bu değer Mars için 0,093'tür. Başka bir deyişle, Mars'ın


Mars'ta gün batımı (19 Mayıs 2005 tarihinde NASA-Spirit uzay aracıyla alınan görüntü) NASA

yörüngesi Dünya'ya göre oldukça basıktır. Bu nedenle, Dünya'da mevsim süreleri arasındaki fark birkaç gün iken bu süre Mars için çok daha uzundur. Örneğin, Mars'taki kuzey yarı kürede bahar mevsimi 193 Mars günü (Dünya gününden %2,75 daha uzun) sürerken kış mevsimi 143 Mars günü sürer. Mars'ın kuzey yarı küresinde kış ve sonbahar mevsimlerinin daha kısa yaşanması insanların bu bölgeye yerleşmesi için bir tercih sebebi olabilir mi?

Dünya'da "masmavi gökyüzü" ifadesi, temiz ve doğal bir görüntünün karşılığıdır. Acaba Mars'ın gökyüzü ne renkte görünür? Mars'ta gündüz vakti (Güneş'in tepede olmadığı anlarda) gökyüzünün pembemsi bir kırmızı tonda olduğu görüntülerden de anlaşılıyor ancak Güneş batarken veya doğarken Dünya'nın tersine mavi baskın olur. Gökyüzü rengi atmosferde ışığın soğurulması ve saçılmasıyla ilişkilidir. Rayleigh saçılmasının (dalga boyunun dördüncü kuvvetiyle ters orantılı) etkili olduğu Dünya atmosferinde, gökyüzü ağırlıklı olarak mavi renkte görünür. Bunun tersi durumda, Mars atmosferi çok incedir ve saçılma etkisi çok düşüktür. Diğer yandan, Mars tozunun (demir oksit açıdan zengin), mavi ışığı soğurucu ve daha uzun dalga boylarındaki ışığı (kırmızı, sarı, turuncu) saçma etkisi bulunuyor. Bu yüzden, Mars yüzeyinde bulunan uzay araçlarından gelen gökyüzü görüntülerinde, Güneş tepede iken (öğle vaktinde), bu etkilerin birleşimi sonucunda, koyu sarımsı kahverengi tonları daha baskın oluyor. Özetle, toz nedeniyle ışıkta kızarmanın daha etkili olduğu ve bu rengin sıklıkla görüldüğü anlaşılıyor. Öğlen kahverengiye yakın, Güneş'in ufuktan yüksekliğinin düşük olduğu zamanlarda (gün batmadan bir süre önce veya doğduktan bir süre sonra) pembe-kırmızı tonları, tam gün doğumu ve batımı anlarında ise maviye yakın bir renk karşımıza çıkabilir. Bu durumda, Mars'ın gökyüzü renkten renge giriyor diyebiliriz.

Eğer bir gün insanlar Mars yüzeyine inerse Dünya'yı (şimdi Venüs'ü Dünya'dan gördüğümüz şekilde) bir "akşam yıldızı" veya "sabah yıldızı" gibi iç gezegen olarak gözleyebilecektir.



19 Mart 2021 tarihinde, NASA'nın Curiosity uzay aracıyla gün batımından hemen sonra alınan görüntüde Mars bulutları (NASA)

Dünya ve uydusu Ay, Mars'tan çıplak gözle, yıldız gibi nokta ışık kaynağı olarak görülebilir. Bizler Dünya yüzeyinden çıplak gözle başka hiçbir gezegenin uydusunu göremediğimizi hatırlatalım. Mars üzerinden, Dünya ve Ay maksimum açısal ayrıklıkta iki farklı cisim olarak gözlenebilirken açısal ayrıklık küçüldüğünde tek bir ışık kaynağı gibi de görünürler. Mars'tan bakınca Ay'ın Dünya üzerinden görülmeyen bölgelerinin de gözlenebileceğini söyleyelim.

Mars'ta gözlem yaparken Mars'ın iki uydusu olan Phobos ve Deimos'u da gözleyebiliriz. Phobos, Dünya'dan Ay'ın dolunay evresinde göründüğü açısal çapın üçte biri kadar görünürken; Deimos, yıldız gibi, neredeyse nokta ışık kaynağı gibi görülür. Phobos'un maksimum parlaklığı (dolunay evresinde) -9 kadir civarında iken Deimos'unki -5 kadir olur. Uydumuz Ay için olduğu gibi, Phobos ve Deimos da dolunay dışındaki evrelerde sönüktür. Phobos, yörüngede oldukça hızlı hareket eder ve açısal çapındaki (evrelerindeki) değişim saatler içinde gözlenebilir. Deimos ise evreleri çıplak gözle gözlenemeyecek kadar küçük açısal çapta görülür.

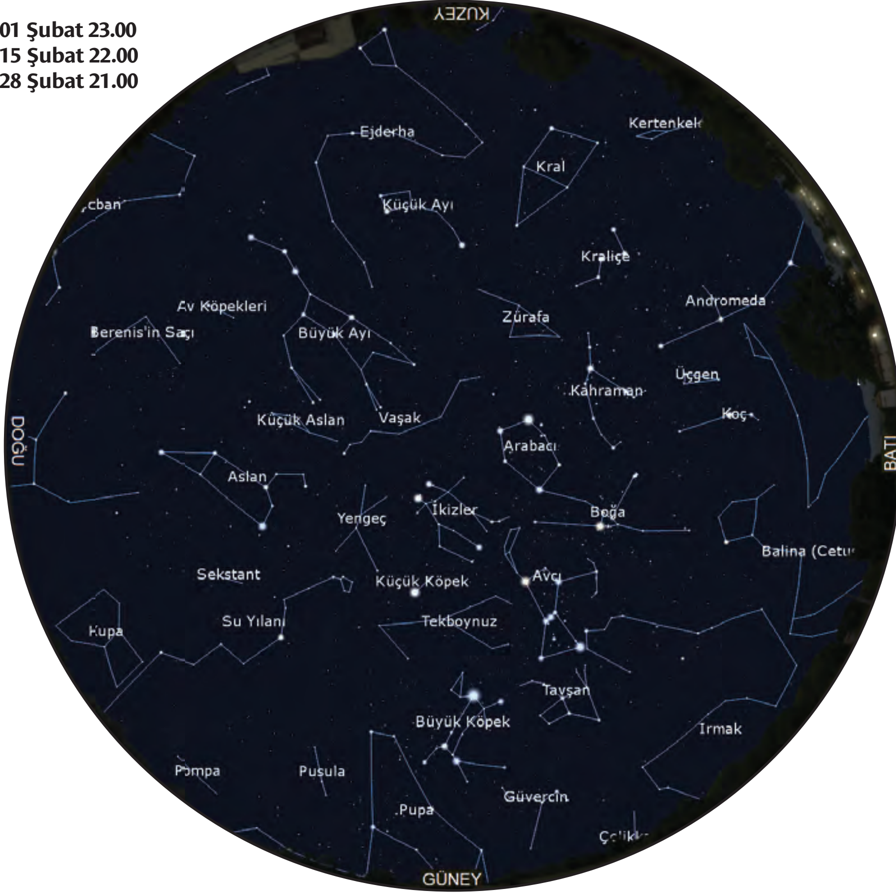
Mars'ta da Dünya'da gözlendiği gibi meteor yağmurları gözlenebilir ve bu olay Mars bir kuyruklu yıldızın yörüngesinden geçtiğinde gerçekleşir. Örneğin, 114P/Wiseman-Skiff kuyruklu yıldızının artıklarının neden olduğu ve Mars'ın gökyüzünde çıkış yeri Kral (Cepheid) Takımyıldızı bölgesine karşılık gelen "Mars Cepheidleri" meteor yağmuru, 7 Mart 2004 tarihinde Spirit uzay aracı tarafından gözlenmiştir.

Aurora denilen ve Dünya'da kutup ışımaları olarak bilinen renkli görüntüler, Mars'ın kutup bölgelerinde meydana gelmez çünkü Mars'ın manyetik alanı yok denecek kadar düşük şiddettedir. Bu yüzden, Mars'ta auroralar, Mars'ın erken dönemdeki çok daha güçlü manyetik alanının kalıntılarının kabukta yoğunlaştığı bölgeler civarında ortaya çıkar ve bu olay sırasında daha çok morötesi dalga boyunda ışıma gerçekleşir. Dolayısıyla çıplak gözle görülmesi beklenmez.
Mars'ın kuzey yarı küresinde kutup doğrultusu, Polaris yakınına değil, Deneb (Alfa Cygnus yani Kuğu'nun en parlak yıldızı) ile Alderamin (Alfa Cephei, Kral'ın en parlağı) yıldızlarının arasındaki bir bölgeye karşılık gelir. Bu nedenle, Mars'ın kuzey yarı küresinde Kuğu Takımyıldızı bölgesi, gece gök küresinde batmayan ve sürekli gözlenen bir bölge olacaktır. Güney yarı kürede ise kutup doğrultusuna yakın yıldız Kappa Velorum'dur.

Mars'ın görünen gökyüzünün bir bölümünü yazıdan sizlere göstermeye çalıştık. Bakalım insanlık, bu görüntülere Mars yüzeyinden canlı olarak şahit olabilecek mi?

Kaynaklar

https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/marsfact.html
https://en.wikipedia.org/wiki/Astronomy_on_Mars
http://serious-science.org/what-color-is-the-sky-on-mars-7310
https://en.wikipedia.org/wiki/Extraterrestrial_sky#Earth_from_Mars



Ayın Önemli Gök Olayları

03 Şubat Gün batımında Ay ve Jüpiter batıda birbirlerine yakın konumda

11 Şubat Ay Dünya'ya en uzak konumunda (404.900 km)

16 Şubat Merkür en büyük batı uzanımında (26^0)

27 Şubat Ay Dünya'ya en yakın konumunda (367.800 km)

27 Şubat Gün doğumunda Ay, Mars ve Venüs doğuda birbirlerine yakın görünümde



27 Şubat gün doğumunda güneydoğu ufku

Gezegenler

Merkür: Güneş'ten iyice uzaklaşmış görünen Merkür'ü gözlemek için iyi bir zaman. Sabahları gün doğumundan önce doğuda bir saati geçen sürelerle gökyüzünde. Parlaklığı fazla olmayan ve ufuktan fazla yükselemeyen gezegeni görebilmek için temiz bir gökyüzü ve yüksek bir gözlem yeri gerekiyor.

Venüs: Gün doğumundan önce doğudan yükselen gezegen çok parlak. Bölgeyi Merkür ve Mars, ay sonuna doğru da onlara katılacak olan Satürn ile paylaşan gezegen; ay boyunca iki saate varan sürelerle ve parlaklığından bir şey kaybetmeden gözlenebilir. Ayın 27'sindeki Ay, Mars ve Venüs birlikteliği astrofotoğrafçılar için güzel fırsat sunabilir. Gezegen bu ay, yıl içinde en parlak olduğu dönemlerde gözlenecek ve parlaklığı -5 kadire yaklaşacak.

Mars: Sabahları gün doğumundan önce Venüs ile birlikte doğudan yükselecek olan kızıl gezegen, tüm ay boyunca yerini fazla değiştirmeyeceğinden aynı bölgede gözlenebilir. Parlaklığı Venüs'e göre düşük olan Mars, ufuktan fazla yükselemeyeceği için temiz bir gökyüzü ve yüksekçe bir gözlem yeri avantaj olacaktır.

Jüpiter: Geçtiğimiz ay boyunca Güneş'e gökyüzünde gittikçe yaklaşan gezegen bu hareketine devam ediyor. Ayın ortasına kadar gün batımından sonra batı ufkunda kısa sürelerle oldukça parlak bir şekilde görülebilir. Daha sonra gökyüzünde Güneş'e yakın bir konuma geleceği için görülmesi mümkün olmayacak.

Satürn: Geçtiğimiz ayın sonunda gökyüzünde Güneş'e çok yakın bir konuma gelmiş olan gezegen yavaş yavaş Güneş'in batısına geçmeye başlıyor. Güneş'ten yeterince ayrılması ve ufuktan yeterince yükselmesi için gelecek ayı beklemek gerekiyor. Yine de temiz bir gökyüzü ve yüksek bir gözlem yeri bulunabilirse gün doğumundan önce yakınındaki Merkür ile birlikte doğu ufkunda görülebilir.

Düşünme Kulesi

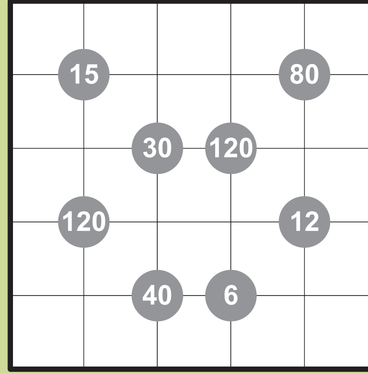
Ferhat Çalapkulu [*dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr*

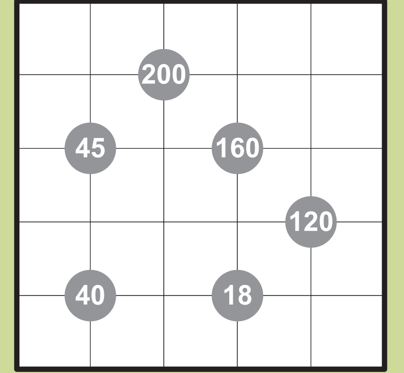
Ayın Oyunu: **Çarpmaca**

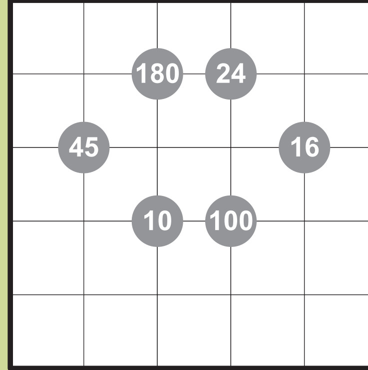
Çarpmaca Oyununun Kuralları

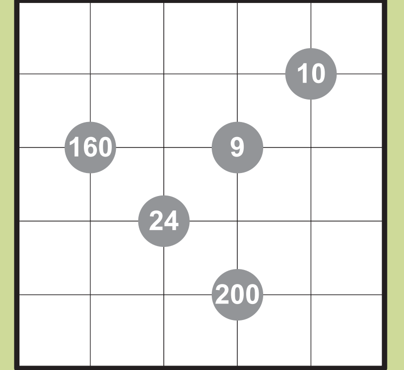
Her satırda ve sütunda 1'den 5'e (ödüllü soruda 1'den 6'ya) kadar rakamları birer kez kullanarak diyagramı doldurun.

Çemberler çevrelerindeki dört karede bulunan rakamların çarpımını göstermektedir.









Çarpmaca- Örnek Çözüm

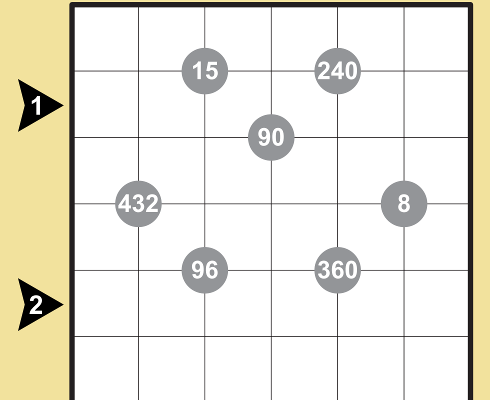
1	2	3	4
4	1	2	3
2	3	4	1
3	4	1	2

72
24
8

Ödüllü soru

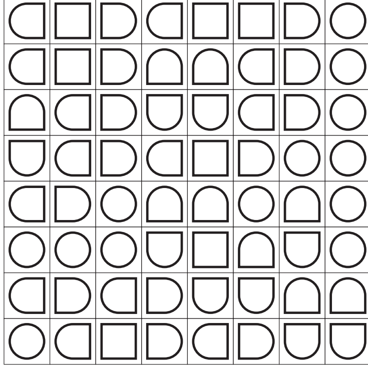
▼ Çarpmaca sorusunu çözüp ok doğrultusundaki içeriği yazarak ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte dusunme.kulesi@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek 10 kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları tarafından yayımlanmış *Beynine Bir Kez Hava Değmeye Görsün* başlıklı kitap hediye edilecek. Çekiliş sonuçları dergimizin facebook ve twitter hesaplarından önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak. Geçen ayın ödüllü ABC kadar Kolay sorusunu doğru yanıtlayan ve kitap ödülü kazanan okurlarımızın listesi facebook ve twitter hesaplarımız üzerinden duyuruldu.

www.bilimteknik.tubitak.gov.tr

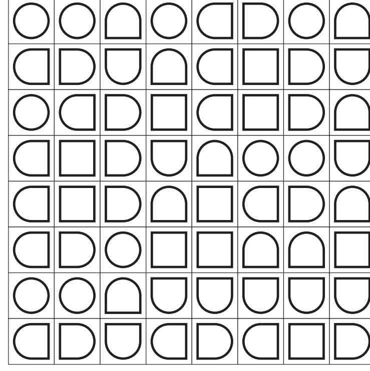


Ok doğrultusundaki içeriği yazın.
Örnek çözümün ilk satırı 1234 şeklinde yazılmalıdır.

Retro Amiral Battı: Bu amiral battı oyunu türevinde gemilerin olası yerleri belirlenmiştir. Tablolara altlarında verilen filolardaki tüm gemileri yerleştirin. Gemiler birbirlerine çaprazdan da olsa değmemelidir.



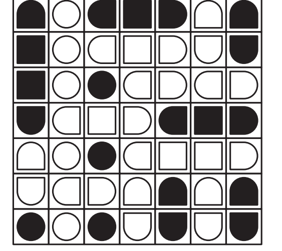




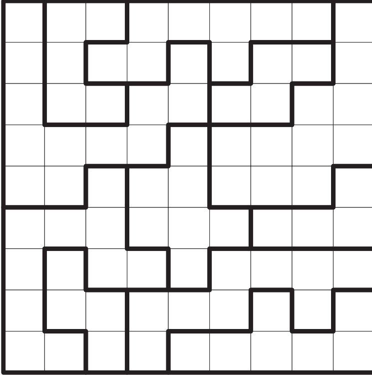


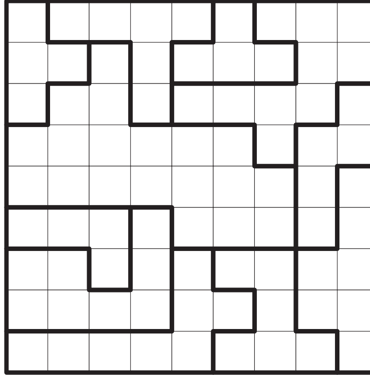
Retro Amiral Battı

Örnek Çözüm



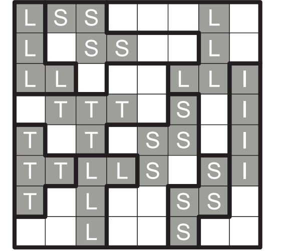
LITS: Her bölgede bir tetromino şekli olacak biçimde dört hücreyi karalayın. Tetrominolar döndürülebilir ve/veya ters çevrilebilir. Tüm karalı hücreler birbiriyle kenardan bağlantılı olmalı ve diyagramın hiçbir yerinde 2x2 karalı hücre bulunmamalıdır. Aynı tetrominolar birbirine kenardan komşu olamaz ancak çaprazdan değebilirler.

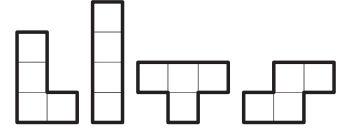




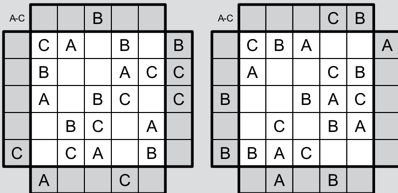
LITS

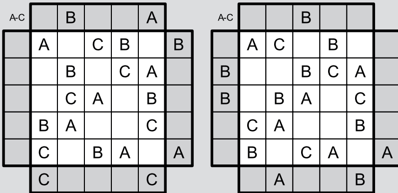
Örnek Çözüm



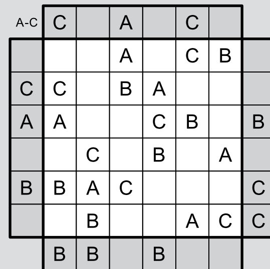


Geçen Sayının Çözümleri

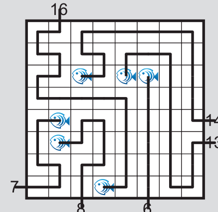


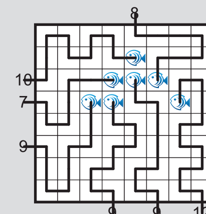


ABC Kadar Kolay

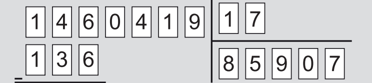


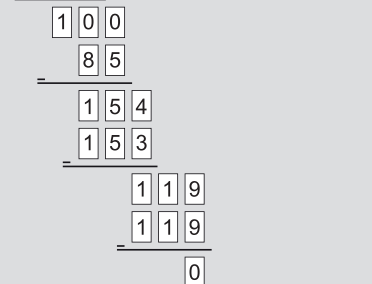
Ödüllü Soru: ABC Kadar Kolay





Balıkçılar





Bölmece

Satranç

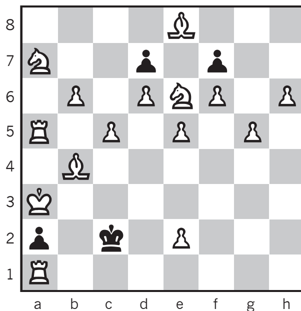
Kıvanç Çefle [btsatranc@tubitak.gov.tr

Bir Hamlede Mat

Ne kadar kolay değil mi? Bir hamlede mat! Ama siz, siz olun; altında, "Beyaz bir hamlede mat eder." yazan problemlerde büsbütün dikkat kesilin! Bu tür kurgularda tuzaklar olabilir! Bunların bazıları bir "şaka" unsuru içerse de zannedildiğinden daha derin analizler gerektirebilir. İşte, "şakayla karışık" bu tarz problemlerden biri:

Müdavimi olduğunuz satranç kulübüne biraz erken geldiniz ve bomboş bir salonda, bir masa üzerindeki satranç tahtasında aşağıdaki pozisyonun dizilmiş olduğunu gördünüz (Diyagram 1):

Diyagram 1



Satranç tahtasının hemen yanı başında da küçük bir kâğıt parçası üzerine bir not yazılmış: "Beyaz bir hamlede mat eder.". Bunu bir meydan okuma olarak kabul ettiniz ve merakla masaya oturup pozisyonu incelemeye başladınız. Zaten bir hamlelik bir satranç problemi ne kadar zor olabilir ki?

İlk dikkatinizi çeken e8'deki beyaz filin garip durumu oldu: d7 ve f7 piyonları hâlâ yerlerinde durduğuna göre, fil oraya nasıl gelmiş olabilir? Bunun hatalı bir pozisyon olduğunu düşünüp zaman harcamanın gereksiz olduğuna karar verecektiniz ki içinizden bir ses fısıldadı: "Bu işte bir iş var. Acele etme!". Tekrar düşünmeye başladınız ve e8'deki filin piyon terfisi ile ortaya çıkabileceğini fark ettiniz. Tamam, pozisyon kurallara uygun bir pozisyon ama çözümü ne?

Deneyimli bir oyuncu olarak bunu da çabucak buldunuz. Tabii ki 1. Ad4 mat! "Kolaymış!" diye aklınızdan geçirdiniz ama içinizdeki ses sizi yine rahat bırakmadı:

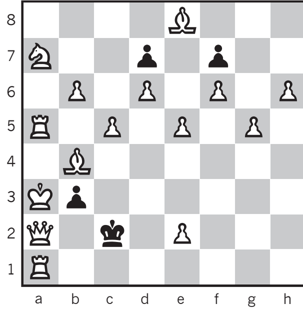
"Böyle kolay problem olur mu? Hem söylesene, siyahın oynadığı son hamle neydi?". Sahiden de son hamleyi siyah şah yapmış olamaz. Örneğin, en son olarak Şc1-c2 oynamış olamaz, çünkü c1'de iken a1'deki kaleyle nasıl şah çekildiği açıklanamaz. Siyah şahın c2'ye gelmeden önce b1, c1, e1, b2, d2, b3, c3 ve d3'de de olamayacağını da kolayca gördünüz. Ama belki son hamleyi şah değil de a2'deki piyon yapmıştır!

Eğer son hamleyi bu piyon yaptıysa b3'ten a2'deki bir beyaz taşı alarak (b3xa2) a2'ye gelmiş olmalıdır. O zaman a2'de aldığı taş beyaz vezir olmalıdır. Çünkü diyagramda sekiz beyaz piyon, ikişer kale, fil ve at var, bir tek beyaz vezir eksik.

Şimdi a2'ye beyaz veziri ve b3'e de siyah piyonu koyarak düşünmeye devam ettiniz. (Diyagram 2).
Sizi bir başka soru bekliyor: Vezir

nereden a2'ye gelip de c2'deki siyah şahı tehdit etmiş olabilir? Daha önce bulunabileceği b1 ve b2 karelerinde de zaten şah çeker durumda! O hâlde siyahın son hamlesini piyonla yaptığı üzerine kurguladığınız teoriniz de çöktü.

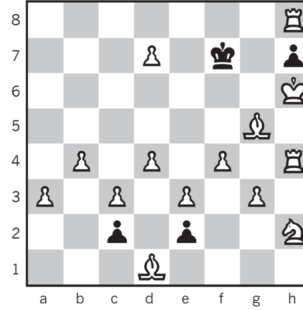
Diyagram 2



"Galiba bu problem gerçekten de yanlış!" diye aklınızdan geçirdiniz. İşte tam da o anda zihninizde bir şimşek çaktı. Hamle sırası beyazda değil de siyahta olabilir mi? Yani önce siyah bir hamle yapacak ve beyaz da bunun ardından bir hamlede mat ediverecek! Gerçekten de bırakılan notta, "Beyaz **oynar** ve bir hamlede mat eder." yazmıyor ki… "Beyaz bir hamlede mat eder." yazıyor. Eğer hamle sırası siyahta ise yapabileceği hamleler d7xe6 ve f7xe6. Bunlara karşılık da beyaz 1. Fa4# ve 1. Fh5# ile mat eder ve siz de problemi çözdüğünüzü sanarak arkanıza yaslanırsınız. Nihayet! Ne çetin cevizmiş!

Ama yine neşenizi kaçıran bir ayrıntı dikkatinizi çeker. Tahtada sekiz piyon var… O hâlde sizin ilk başta sandığınız gibi e8'de duran fil terfiyle ortaya çıkmış olamaz. Bunu nasıl da kaçırdınız! Artık kolunuz kanadınız kırılıyor. Neyse ki akıl yürütme yollarının tükenmiş göründüğü bu noktada, son bir ışık huzmesi zihninizi aydınlatıyor. En sonunda, tahtaya yanlış taraftan bakıyor olabileceğiniz aklınıza geliyor! Heyecanla tahtayı 180 derece çevirdiğinizde şu pozisyonu görüyorsunuz (Diyagram 3):

Diyagram 3



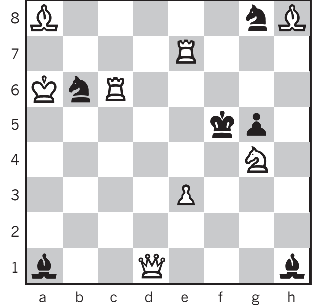
Her şey yerli yerine oturdu… İşte bu konumda beyaz 1. d8=A# ile mat eder!

Bu küçük hikâyeyi okuyan okurlarımızdan bazıları bize kızmış olabilir. Ama biz yine de çoğunuzun iyi vakit geçirdiğini ümit ediyoruz…

5. Gençler Satranç Kompozisyon Yarışması

Geçtiğimiz yıl Sırbistan Satranç Federasyonu, Dünya Satranç Kompozisyonu Federasyonunun düzenlediği çeşitli etkinlikler kapsamında, yalnızca 23 yaş altındaki gençlerin katılabileceği bir problem yarışması düzenledi. Bu turnuvada, iki hamlelik problemler kategorisi için şöyle bir şart koşulmuştu: Konumda tahtanın her bir köşesinde birer fil olması gerekiyordu. Bunun son derece kısıtlayıcı bir koşul olduğu, yüz binlerce problem içeren veri tabanlarında bu özelliğe sahip yalnızca dört problem bulunabilmesinden belliydi. Hatta organizatörler bunları yarışma duyurusunda örnek problemler olarak kullanmışlardı. İşte bunlardan biri (Diyagram 4):

Diyagram 4
Jan van Dijk
De Maasbode, 1925

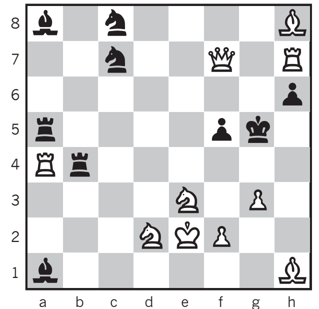


Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:
1. Ae5! (Tehdit: Vg4#)
a) 1…Fxe5 2. Kxe5#;
b) 1…Ff3 2. Vxf3#;
c) 1…Af6/Ah6 2. Kxf6#
d) 1…Şe4 2. Vd3#

Gençlerin bu sınırlayıcı koşulda yaratıcılıklarını nasıl göstereceklerí merakla bekleniyordu. Gönderilen problemleri hakem David Shire inceledi ve bir raporla kararını açıkladı. Ural Khasanov'un problemini birinciliğe layık görmüştü (Diyagram 5):

Diyagram 5
Ural Khasanov
5. YCCC, 202
Birincilik



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Çözüm:

Birçok çağdaş problem gibi bu da çok evreli bir problem. Yani bir deneme hamleleri evresi, bir de gerçek anahtar hamleden sonra ortaya çıkan evre var. Önce deneme hamlelerinden oluşan "sanal evre" kısmını göreceğiz.

a) 1. Fe5? (tehdit 2. Vxf5 **A** /2. Kg7# **B**) 1…Ae7!
b) 1. Fd4? (tehdit 2. Kg7 **B** /2. f4# **C**)1…Ae6!
b) 1. Fe4? (2. f4 **C** /2. Af3# **D**) 1…fxe4!!
c) 1. Fd5? (2. Af3 **D** /2. Vxf5# **A**) 1…Kf4!

Her bir deneme hamlesinin siyahı Novotny kesişimine zorladığı ve ikili tehdit çiftleri oluşturduğu görülüyor. Tehditlerin A/B, B/C, C/D ve D/A desenine uyması da bir diğer ilginç özellik. Ama siyah her seferinde bu tehdit çiftlerini etkisiz hâle getirmenin yolunu buluyor.

İkinci evre, yani "gerçel oyun" ise doğru anahtar hamleden sonra ortaya çıkıyor:

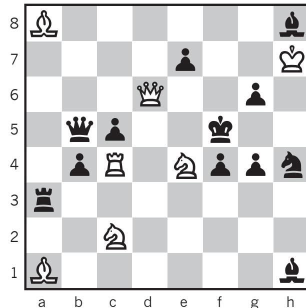
1. Fg7! (tehdit 2. Fxh6#)
a) 1…Ka6 2. Vxf5#;
b)1…Fxg7 2. Kxg7#;
c)1…Kb6 2. f4#;
d)1…Ff3+ 2. Axf3#.
e)1…Kh4 2. gxh4#

Sanal evrede çiftler hâlinde gördüğümüz A, B, C ve D tehditleri burada mat hamleleri olarak ortaya çıkıyor. Gerçel evrede, h1'deki filin hiçbir rolünün olmaması bir zayıflık gibi görülse de hakem Shire'ın da belirttiği gibi problemin tematik bütünlüğü açısından bu fil gerekli. Sonuç olarak Ural Khasanov hak edilmiş bir birincilik kazandı!

Ayın Soruları

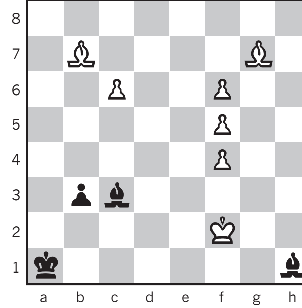
Ayın soruları olarak sizlere 5. Gençler Satranç Kompozisyon Yarışması'nda dereceye girmiş bir etüt ve problem sunuyoruz.

Diyagram 6
Ilja Serafimovic
5. YCCC, 2021
İkincilik



Beyaz oynar ve iki hamlede mat eder.

Diyagram 7
Aleksei Popov
5. YCCC, 2021
Birincilik

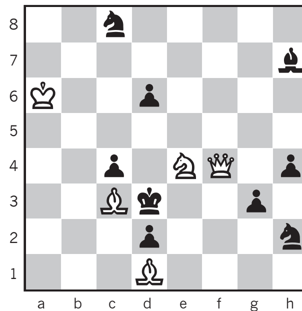


Beyaz oynar ve kazanır.

Geçen Ay Sorulan Problemlerin Çözümü

Geçen ay size 44. Dünya Satranç Çözme Şampiyonası'ndan iki problem sormuştuk. İşte çözümleri:

Diyagram 8
Pavel Miltner
K. Sobek-50 Jübile Yarışması, 1998
Üçüncü Şeref Mansiyonu

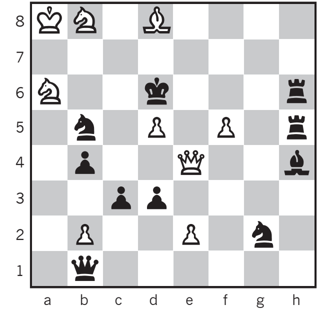


Beyaz oynar ve üç hamlede mat eder.

Çözüm:

1.Şa5!(Tehdit 2. Af2+ Şxc3 3. Vf6#; 2. g3xf2 3. Vd4#)
a)1...Ag4 2.Vf1 + Şd3xe4 3.Vf3#; 2...Şe3 3.Vf3#
b)1...d5 2.Şb4 (Tehdit 3. Ac5#) 2...d5xe4 3.Vxd2#; 2...Fxe4 3.Vxd2#
c)1...Ff5 2.Vxd2+ Şxe4 3.Vd4#

Diyagram 9
Michael Herzberg
Rochade Europa, 1996
Birincilik ödülü



Beyaz oynar ve altı hamlede mat eder.

Çözüm:

Beyaz 1. f6 ile Novotny kesişimini zorlamak istiyor (tehdit 2. Ve6# ve 2. Ff7#) ama henüz bunun için erken çünkü 1…Ke5! savunması var. O hâlde, ilk olarak, siyah bu savunmayı yapamayacak duruma zorlanmalı:

1. Fa5! (tehdit 2. Fxb4#)
1... Vxb2 2. Fb6! (tehdit 3. Fc5#)
2... Ff2 3. e3 (tehdit 4. Fc5#)
3... Fxe3 4. Fd8 (tehdit 5. Fe7#)
4... Fg5 5. f6! (tehdit 6. Fe7# ve 6. Ve6#)
a) 5... Kh6xf6 6. Fd8-e7#
b) 5... Fg5xf6 6. Ve4-e6#
c) 5... Ac7+ 6. Fxc7#

Ayın Sorusu

Prof. Dr. Azer Kerimov [*bteknik@tubitak.gov.tr*

Bilkent Üniversitesi Fen Fakültesi
Matematik Bölümü

Soruyu çözüp cevabı ad, soyad, adres ve telefon bilgileri ile birlikte bteknik@tubitak.gov.tr adresine gönderenler arasından çekilişle belirlenecek beş kişiye TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Yayınları'ndan bir kitap hediye edeceğiz:

Bu ay:

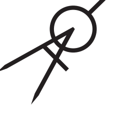
Şu Matematik Dedikleri...



Çözümü ile birlikte gönderilmeyen cevaplar değerlendirmeye alınmayacaktır.

Doğru çözüm ve çekiliş sonuçları dergimizin sosyal medya hesaplarından (facebook ve twitter) önümüzdeki ayın ilk haftasında duyurulacak (www.bilimteknik.tubitak.gov.tr).

Cücelerin Masadaki Yerleşim Düzeni



(Matematik)

Keloğlan 20 cüce için bir akşam yemeği organize ediyor. Keloğlan, cüceler gelmeden önce onların oturacağı yuvarlak masada, her bir cücenin oturması gereken sandalyenin karşısına cücelerin isimleri yazılmış birer kart yerleştiriyor. Cüceler akşam yemeğine birer birer gelmeye başlıyorlar. Akşam yemeğine ilk gelen cüce, kendi isminin yazılı olduğu kartın bir şekilde kayması nedeniyle oturması gereken sandalyeye değil de bu sandalyeye saat yönünde en yakın olan sandalyeye oturuyor.

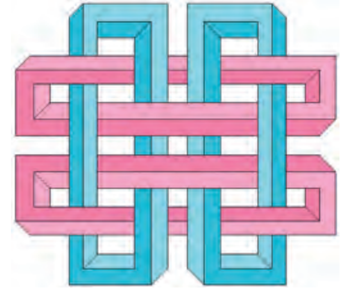
Bundan sonra gelen her cüce karşısında ismi yazılı olan sandalye boş ise oturması gereken sandalyeye, eğer karşısında ismi yazılı olan sandalye boş değilse oturması gereken sandalyeye saat yönünde en yakın olan ilk boş sandalyeye oturuyor.

Tüm cüceler masa etrafındaki sandalyelere yerleştikten sonra Keloğlan masadaki nihai düzeni inceliyor. Keloğlan kaç tane farklı yerleşim düzeni görebilir?

Zekâ Oyunları

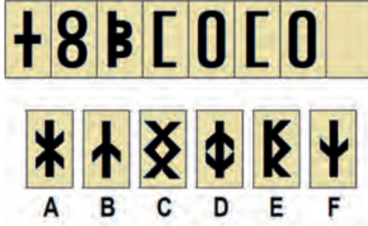
Emrehan Halıcı [*zeka.oyunlari@tubitak.gov.tr*

GÖZ ALDANMASI
Üretilmesi mümkün olmayan bir çizim.



BOŞ KUTU

Boş kutuya aşağıdakilerden hangisi gelecek?



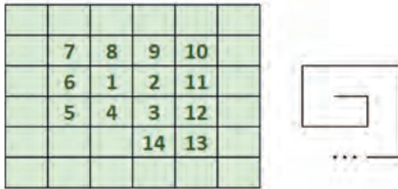
ÜÇ ÇOCUK

Bir ailenin üç çocuğu vardır. Çocukların en küçüğü kız olduğuna göre üçünün de kız olma olasılığı nedir?

(Her çocuğun kız ya da erkek olma olasılıkları eşittir.)

SAYI SPİRALİ

Ortadaki bir kareden başlayıp 1'den itibaren takip eden sayıların spiral biçiminde yerleştirildiği bir tablo oluşturuluyor. Bu tabloda 2022'nin tam üstündeki karede hangi sayı yer alır?



BEŞ BASAMAKLI SAYI

Beş basamaklı bir sayıyı oluşturan rakamların her biri en az 2 kez kullanılmıştır. Bu özelliğe sahip kaç sayı vardır?

Örnek: 10010, 11333, 20202, 99999 sayıları bu özelliğe sahiptir.

İŞLEM

1'den 9'a kadar olan rakamları tam olarak birer kez kullanarak A, B, C, D, E, F, G sayılarını öyle oluşturunuz ki, aşağıdaki işlemin sonucu en büyük olsun.

$$\left(\left(A-\frac{B}{C}\right)\times(D-E)\times F\right)+G$$

Not: Çarpma ve bölme işlemleri, toplama ve çıkarmaya göre önceliklidir.

Örnek: Bu sayılar aşağıdaki gibi oluşturulabilirdi ancak sonuç en büyük değil.

$$\left(\left(65-\frac{14}{7}\right)\times(8-2)\times 9\right)+3=3405$$

CEVİZLER

Arda ve Burak'ın toplam 1000 cevizi vardır. Arda cevizlerinin altıda birini Burak'a verince Burak'tan daha az sayıda cevizi oluyor. Eğer yedide birini verseydi Burak'tan daha fazla sayıda cevizi olmaya devam edecekti.

Arda ve Burak'ın başlangıçtaki ceviz sayıları nedir?

ON SÖZCÜK

Aşağıdaki tabloya gerekli işlemleri uygulayıp soldan sağa 5 adet ve yukarıdan aşağıya 5 adet olmak üzere toplam 10 adet sözcük elde ediniz.

A	H	I	T	R
Z	R	A	L	Z
Z	Z	Z	N	J
Z	C	I	K	H
I	R	H	J	J

► Her işlemde; ya bir satırı bir kare sağa doğru kaydırırsınız, ya da bir sütundaki tüm harfleri alfabede kendisinden bir sonra gelen harfle değiştirirsiniz.
► Satırı kaydırırken tablonun sağına taşan kare en sola gelir.
► Sütundaki harfleri değiştirirken Z'den sonra A harfi gelir.
► Satırların ve sütunların her birine en fazla bir kez işlem uygulayabilirsiniz.

Örnek:
Soru aşağıdaki tablo için ve altı sözcük için sorulsaydı sözcükler MUM, ALO, TUR, MAT, ULU, MOR olacaktı.

U	M	L
Z	L	O
T	R	T

→

L	U	M
Z	L	O
T	R	T

→

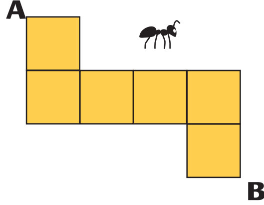
M	U	M
A	L	O
U	R	T

→

M	U	M
A	L	O
T	U	R

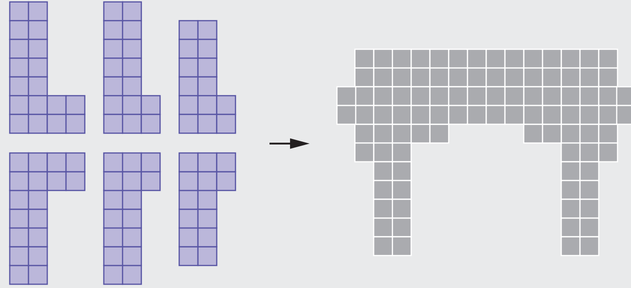
KÜP VE KARINCA

Bir birim küpün açık hali şekilde görülmektedir. Bu küp üzerinde A'dan B'ye gitmek isteyen bir karıncanın kat edeceği yol en az ne kadardır?



ALTI "L"

Altı "L" parçasını bir araya getirerek sağdaki şekli elde ediniz. Parçalar döndürülebilir ve ters çevrilebilir.



GEÇEN SAYININ ÇÖZÜMLERİ

2022 SORULARI

CEVAP 1

1234 + 5 - 6 + 789 = 2022
12 x 34 x 5 + 6 - 7 - 8 - 9 = 2022
1 + 2 + 3 + 4 x 567 x 8 / 9 = 2022
1 + 2 + 3 / 4 x 5 x 67 x 8 + 9 = 2022
1 - 2 + 345 x 6 - 7 x 8 + 9 = 2022
1 x 2 x 3 + 4 x 567 x 8 / 9 = 2022

CEVAP 2

9 x 8 + 7 + 6 x 54 x 3 x 2 - 1 = 2022
- 9 + 87 + 6 x 54 x 3 x 2 x 1 = 2022
- 9 + 87 + 6 x 54 x 3 x 2 / 1 = 2022
- 9 - 8 + 765 x 4 / 3 x 2 - 1 = 2022

CEVAP 3

1 - 35 / 7 + 9 x 75 x 3 + 1 = 2022
1 - 3 + 5 - 7 + 9 x 75 x 3 + 1 = 2022
- 1 - 3 - 5 + 7 + 9 x 75 x 3 - 1 = 2022

CEVAP 4

97 x 5 - 3 + 1 + 3 x 57 x 9 = 2022
9 + 75 x 31 + 3 - 5 x 7 x 9 = 2022
9 - 753 + 1 + 35 x 79 = 2022
9 x 75 x 3 + 1 + 35 / 7 - 9 = 2022
9 x 75 x 3 + 1 + 3 - 5 + 7 - 9 = 2022

CEVAP 5

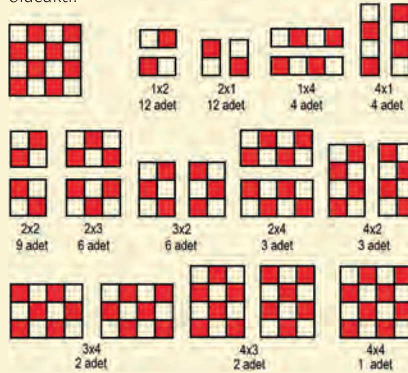
1 + 2 + 34 x 5 x 4 x 3 - 21 = 2022
1 / 2 x 3 x 454 x 3 - 21 = 2022

CEVAP 6

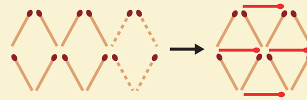
5 x 432 - 1 - 2 - 3 x 45 = 2022
- 54 x 3 x 2 + 1 + 2345 = 2022
- 5 - 43 + 2 x 1 x 23 x 45 = 2022
- 5 - 43 + 2 / 1 x 23 x 45 = 2022

DÖRTGENLERİ SAY

896 dörtgen vardır.
Soru 4x4'lük tablo için verilseydi cevap 64 olacaktı.



KİBRİTLER



ŞİFRE

KORKMA SÖNMEZ BU ŞAFAKLARDA YÜZEN AL SANCAK

DOĞUM YILI

2004 yılında doğmuştur. 18 yaşındadır.
18=3 x (2+0+0+4)

SORU İŞARETİ

OTUZ ALTI
Yazılışlarında nokta, çengel kullanılmayan doğal sayılar.

AYLARIN ÇARPIMI

En az 6 kişi seçilmelidir.
Sonucun 10'a bölünebilmesi için sayılardan birinin çift sayı, diğerinin de 5 olması gerekir.
P(AB) = 1 - P(A') - P(B') + P(A'B')
5 olmaması = 5'
Çift sayı olmaması = Ç'
P(5Ç)=1 - P(5') - P(Ç') + P(5'Ç')
Kişi sayısı=N

$$\text{Olasılık} = 1 - \left(\frac{6}{7}\right)^N - \left(\frac{4}{7}\right)^N + \left(\frac{3}{7}\right)^N$$

N	Olasılık
1	0
2	0,12
3	0,26
4	0,38
5	0,49
6	0,57
7	0,64
8	0,69

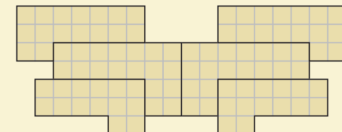
Tablo incelendiğinde olasılığın %50'den büyük olduğu ilk kişi sayısının 6 olduğu görülür.

TOPLAR

99 sayısının başarı olasılığı en yüksektir. Bu toplam 6 farklı biçimde elde edilebilir. Diğer toplamların elde edilebilme sayıları daha düşüktür.

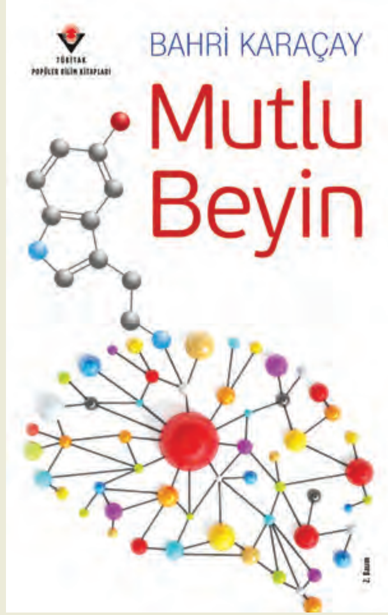
7	8	13	23	33	37	
0	0	3	1	0	1	99
0	2	0	2	0	1	99
0	2	1	0	1	1	99
1	0	0	4	0	0	99
1	0	1	2	1	0	99
1	0	2	0	2	0	99

ALTI "L"



Yayın Dünyası

İlay Çelik Sezer [*TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi*



Mutlu Beyin

Bahri Karaçay

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Yetişkin Kitaplığı, 2020 (2. Basım)

Yaşamın Sırrı DNA kitabının yazarı, nörobilim alanında genler düzeyinde yirmi yılı aşkın süredir araştırmalar yapan bilim insanı Bahri Karaçay, bu kez bizleri beynin sürprizlerle dolu gizemli dünyasında keyifli bir yolculuğa çıkarıyor. *Mutlu Beyin* evrenin en karmaşık organı olan beyin hakkında çok yakın geçmişte elde edilen son derece ilginç gerçekleri anlatıyor. Beyinle kişilik arasındaki ilişkiden; erkek ve kadın beyni arasındaki benzerlik ve farklılıklardan; okur-yazar, başarılı, müzisyen, âşık, mutlu ve yaratıcı beyinlerde gerçekleşen süreçlerden bahsediyor. *Mutlu Beyin* aynı zamanda hafızanın işleyişi ile birlikte korku ve endişe yaşayan, suç işleyen, öte yandan kendi çocuklarını dahi tanıyamayan farklı beyinlerin sırlarına da perde aralıyor.

Deneyap Sanatı



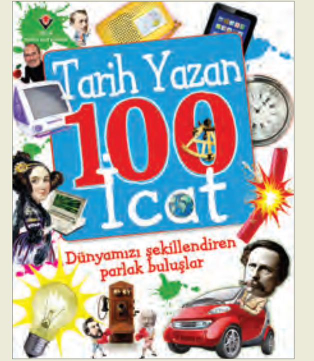
Karen Wilkinson, Mike Petrich
Çeviri: Sevda Duman

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
Başvuru Kitaplığı, 2019 (1. Basım)

Bu, sıradan bir sanat kitabı değil. Deneyap Atölyesi tarafından sizlere sunulan *Deneyap Sanatı*, bir şeyleri parçalarına ayırmak, türlü türlü araç gereç kullanarak çeşitli malzemeleri işlemek ve yarısı bilim, yarısı teknolojiden oluşan çılgın sanatsal çalışmalar yapmaya dair eşsiz bir bilgi kaynağı niteliğinde.

Güzel ve cesur çalışmalarının arkasındaki hikâyeleri bizlerle paylaşan 150'den fazla üreticiye katılın ve deneyap sanatında kendinizi geliştirin. Sanatı, bilimi ve teknolojiyi birbiriyle buluşturan 150'den fazla üreticiyle tanışın!

Tarih Yazan 100 İcat



Clive Gifford, Andrea Mills, Tracey Turner
Çeviri: Fatma Cihan Dansuk

TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları,
12 yaş +, 2019 (2. Basım

Bu kitap, tarihteki en inanılmaz buluşları ve bu buluşların arkasındaki hikâyeleri, dünyadaki en önemli aygıtların ve makinelerin nasıl icat edildiklerini anlatıyor. Tekerlek olmasa bugün nerede olurduk?
Ampulü kim buldu? İlk uçak ne zaman havalandı? Artık kanıksadığımız vazgeçilmez araç-gereçlerden tutun, otomobil ve televizyon gibi günlük yaşamımızın bir parçası olan icatlara kadar, çığır açan en büyük buluşlarının hikâyeleri bu kitapta.